VŨ THỊ PHÁT MINH - CHÂU VĂN TẠO - NGUYỄN HOÀNG HƯNG - HOÀNG THỊ THU
(Khoa Vật lí - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên)

PHƯƠNG PHÁP GIẢI BÀI TẬP VẬT LÍ 10



NHÀ XUẤT BẢN
ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH

VŨ THỊ PHÁT MINH - CHÂU VĂN TẠO
NGUYỄN HOÀNG HƯNG - HOÀNG THỊ THU
Khoa Vật Lí - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – ĐHQG TP.HCM

PHƯƠNG PHÁP GIẢI BÀI TẬP

VẬT LÍ 10

(CHƯƠNG TRÌNH CHUẨN)

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA
TP HỒ CHÍ MINH - 2006

LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn sách này được biên soạn theo chương trình ***Vật lí lớp 10 - Chương trình chuẩn*** *của Bộ Giáo dục và Đào tạo áp dụng từ năm học 2006 – 2007. Trong bố cục của cuốn sách này, chúng tôi dựa trên bố cục các chương của sách giáo khoa Vật lí 10 (Chương trình chuẩn) và phân loại kiến thức thành 23 chủ đề chính. Hướng dẫn phương pháp giải bài tập của từng chủ đề. Tiếp đó, với từng chủ đề các tác giả có đề nghị một số bài tập luyện tập để giúp các em đào sâu hơn và nắm vững hơn các kiến thức đã học. Cuối mỗi chương đều có phần hướng dẫn giải và đáp số phần bài tập luyện tập, giúp cho các em học sinh kiểm tra kết quả của mình.*

Các tác giả hi vọng rằng, cuốn sách này giúp cho các em học sinh dễ dàng hơn trong việc hệ thống lại các kiến thức, các dạng bài tập đã được học trong chương trình Vật lí 10 của ban cơ sở được thực hiện đại trà lần đầu tiên trong năm học 2006 - 2007.

Đồng thời, chúng tôi cũng muốn cung cấp cho các vị phụ huynh và các thầy cô giáo tài liệu tham khảo để hướng dẫn cho con em và học sinh của mình trong quá trình học tập.

Mặc dù rất cố gắng, nhưng chắc chắn không tránh khỏi sai sót. Rất mong sự đóng góp ý kiến xây dựng của các em học sinh, quí vị phụ huynh và các thầy cô giáo.

CÁC TÁC GIẢ

PHẦN I – CƠ HỌC

CHƯƠNG I – ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM

CHỦ ĐỀ I – CHUYỂN ĐỘNG THẲNG ĐỀU

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. *Gia tốc*

Trong chuyển động thẳng đều gia tốc $a = 0$

2. *Vận tốc*

Trong chuyển động thẳng đều vận tốc tức thời của chuyển động bằng vận tốc trung bình và là hằng số trong suốt quá trình chuyển động.

$$v = v_{TB} = \frac{x - x_0}{t} = \text{const}$$

Nếu vật chuyển động đều trên các chặng đường $s_1, s_2, \ldots s_n$ với vận tốc tương ứng $v_1, v_2, \ldots v_n$ thì vận tốc trung bình trên toàn quãng đường s:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{s_1 + s_2 + \ldots + s_n}{t_1 + t_2 + \ldots + t_n}$$

trong đó:

$$s = s_1 + s_2 + \ldots + s_n$$

$$t = t_1 + t_2 + \ldots + t_n$$

$$s_1 = v_1 t_1;\ s_2 = v_2 t_2;\ \ldots\ s_n = v_n t_n$$

3. *Phương trình chuyển động*

a. *Độ dời*

Độ dời bằng hiệu số giữa độ biến thiên tọa độ thời điểm sau với độ biến thiên tọa độ thời điểm trước

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

b. *Phương trình chuyển động*

$$x = x_0 + v(t - t_0)$$

$$x = x_o + vt$$

trong đó:

$t_0 =$ thời điểm ban đầu, thường chọn $t_0 = 0$

$x_0 =$ tọa độ của chất điểm.

c. *Quãng đường đi được*

$$s = x - x_o = vt$$

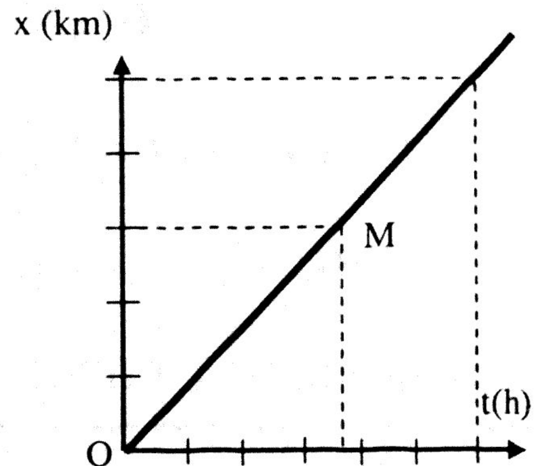
4. ***Đồ thị tọa độ – thời gian***

Là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc tọa độ của vật chuyển động theo thời gian. Đồ thị tọa độ–thời gian của chuyển động thẳng đều có dạng đường thẳng như hình 1.1. Ta có:

$$v = \frac{x - x_0}{t} = tg\alpha = \text{hệ số góc của đường biểu diễn } (x,t)$$

❖ Nếu v > 0 ⇒ tgα > 0, đường biểu diễn thẳng đi lên.

❖ Nếu v < 0 ⇒ tgα < 0, đường biểu diễn thẳng đi xuống.

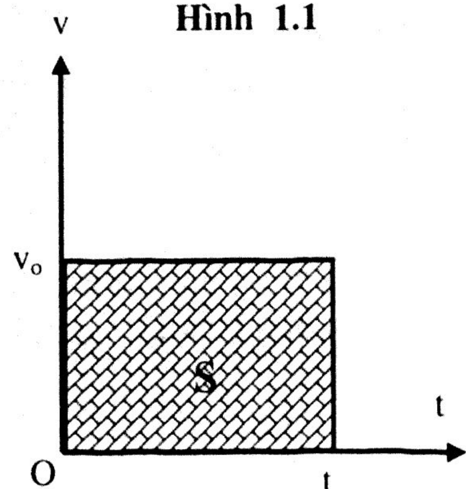


Hình 1.1

5. ***Đồ thị vận tốc theo thời gian***

Trong chuyển động thẳng đều đồ thị vận tốc theo thời gian là một đường thẳng song song với trục thời gian như hình 1.2.

$x - x_0 = vt$ = diện tích hình chữ nhật trên đồ thị.



Hình 1.2

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Xác định vận tốc – Quãng đường – Thời gian

- Chọn chiều dương là chiều chuyển động.
- Áp dụng công thức: s = vt

Bài 1: ***Một máy bay chở khách có vận tốc 400 km/h khởi hành từ sân bay A đến sân bay B, trên đường bay dài 2000 km.***

a. Tính thời gian bay.

b. Để đến sớm hơn dự tính 30 phút thì máy bay phải tăng hay giảm vận tốc đi bao nhiêu?

Coi chuyển động của máy bay là thẳng đều.

Giải

v = 400 km/h; s = 2000 km; Δt = 30 phút = 0,5 h; t' = t – Δt

a. Thời gian bay của máy bay:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{2000}{400} = 5 \text{ h}$$

b. Để đến sớm hơn dự tính 30 phút thì thời gian máy bay bay là:

$$t' = t - 0,5 = 5 - 0,5 = 4,5 \text{ h}$$

Vận tốc của máy bay khi đó là:

$$v' = \frac{s}{t'} = \frac{2000}{4,5} \approx 444,4 \text{ km/h}$$

Máy bay phải tăng vận tốc một lượng là:

$$\Delta v = v' - v = 444,4 - 400 = 44,4 \text{ km/h}$$

Đáp số: a) t = 5 h; b) Δv = 44,4 km/h

2. Phương trình chuyển động – Tọa độ – Độ dời – Thời điểm và vị trí các vật chuyển động gặp nhau

- Phương trình chuyển động:

$$x = x_0 + vt$$

- Thời điểm và vị trí hai vật chuyển động gặp nhau

$$x_1 = x_2;\ t_1 = t_2$$

Bài 2: ***Cùng một lúc tại hai bến xe A và B cách nhau 40 km có hai ô tô cùng khởi hành chạy trên cùng đường thẳng AB theo chiều từ A đến B. Vận tốc của ô tô từ A là 50 km/h, của ô tô từ B là 30 km/h. Chọn gốc tọa độ là bến A trục tọa độ Ox hướng từ A sang B, gốc thời gian là lúc khởi hành.***

a. Lập phương trình chuyển động của hai xe.

b. Xác định thời điểm và tọa độ hai xe gặp nhau.

Giải

$AB = 40$ km; $v_A = 50$ km/h; $v_B = 30$ km/h

$x_{0A} = 0$; $x_{0B} = 40$ km; $t_{0A} = t_{0B} = 0$

a. Phương trình chuyển động của xe A: $x_A = x_{0A} + v_At = 50t$ (km; h)

Phương trình chuyển động của xe B: $x_B = x_{0B} + v_Bt = 40 + 30t$ (km; h)

b. Điều kiện để hai xe gặp nhau là: $x_A = x_B = x$; $t_A = t_B = t$

Thời điểm lúc hai xe gặp nhau là:

$$\Rightarrow 50t = 40 + 30t \Rightarrow t = 2 \text{ h}$$

Tọa độ lúc hai xe gặp nhau là: $x = 50t = 50 \,.\, 2 = 100$ km

Đáp số: a. t = 2 h; b. x = 100 km

3. Đồ thị tọa độ – thời gian – Đồ thị Vận tốc – thời gian

- Đồ thị tọa độ – thời gian (x,t)
  - Dựa vào phương trình:

$$x = x_0 + vt$$

  - Chọn trục hoành là trục thời gian t; trục tung là trục tọa độ x.
  - Trên mỗi chặng với một vận tốc xác định, đồ thị (x,t) là một đường thẳng. Do đó chỉ cần xác định tọa độ của hai điểm x_1; x_2 của vật ở hai thời điểm tương ứng t_1; t_2. Nối hai điểm đó lại với nhau.

- Đồ thị vận tốc – thời gian (v,t)
  - Chọn trục hoành là trục thời gian t; trục tung là trục vận tốc v.
  - Trong chuyển động thẳng đều đường biểu diễn vận tốc là đường thẳng song song với trục thời gian t (trục hoành) và cắt trục vận tốc v (trục tung) tại giá trị vận tốc của vật.

Bài 3: ***Một ô tô tải xuất phát từ thành phố A chuyển động thẳng đều về phía thành phố B với vận tốc 60 km/h. Khi đến đến thành phố C cách B 60 km thì xe dừng lại 1 giờ. Sau đó xe tiếp tục chuyển động về phía B với tốc độ 40 km/h. Quãng đường AB coi như thẳng và dài 100 km. Gốc tọa độ ở A. Gốc thời gian lúc xe xuất phát ở A.***

a. Viết công thức tính đường đi và phương trình tọa độ – thời gian của ô tô trên hai quãng đường AC và CB.

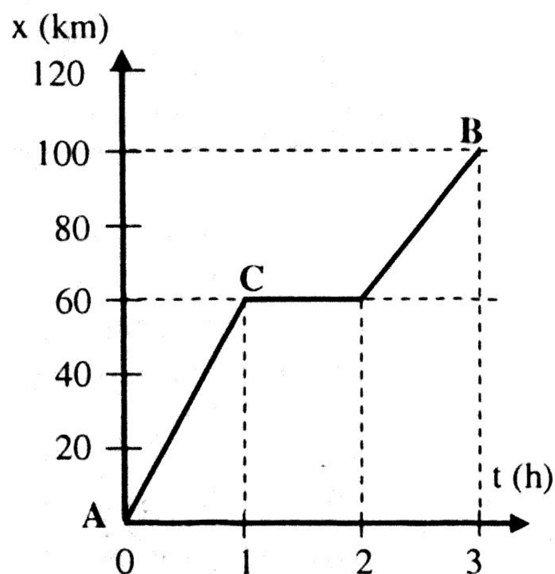
b. Vẽ đồ thị tọa độ – thời gian của xe trên cả hai con đường AC và CB.

c. Dựa vào đồ thị xác định thời điểm xe đến B.

d. Kiểm tra kết quả của câu c) bằng phép tính.

e. Vẽ đồ thị vận tốc thời gian trên từng chặng đường.

Giải



Hình 1.3

a. Gốc tọa độ ở A, gốc thời gian lúc xe xuất phát ở A, tức là:

$$t_{0A} = t_0 = 0;\ x_A = x_o = 0$$

Thời gian ô tô đi từ A tới C là:

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{60}{60} = 1 \text{ h}$$

Quãng đường CB là:

$$s_2 = 100 - s_1 = 40 \text{ km}$$

Thời gian ô tô đi từ C tới B là:

$$t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{40}{40} = 1 \text{ h}$$

Công thức tính đường đi của ô tô trên quãng đường AC là:

$$s_{AC} = s_1 = v_1 t = 60t \text{ (km)}$$

$$\text{với } 0 \le t \le t_1 = 1 \text{ h}$$

Công thức tính đường đi ô tô trên quãng đường CB là:

$$s_{CB} = s_2 = v_2[t - (t_1 + 1)] = 40(t - 2) \text{ (km)}$$

$$\text{với } t_1 + 1 \le t \le t_1 + 1 + t_2$$

$$2\text{h} \le t \le 3 \text{ h}$$

Phương trình tọa độ – thời gian của ô tô trên quãng đường là:

$x_1 = x_0 + v_1t = 60t$ (km)

với $0 \le t \le t_1 = 1$ h

Phương trình tọa độ – thời gian của ô tô trên quãng đường CB là:

$x_2 = x_1 + v_2[t - (t_1 + 1)]$

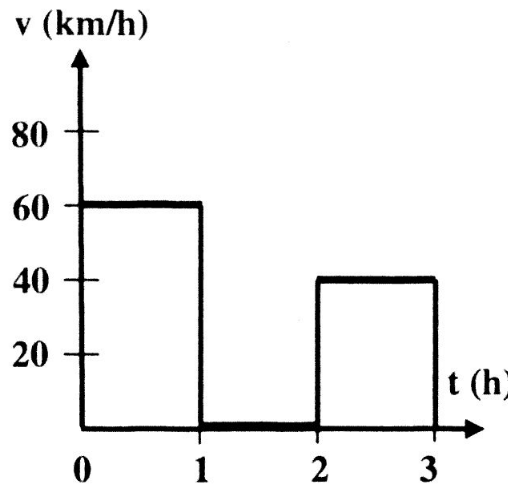
$\Rightarrow x_2 = 60 + 40(t - 2)$ (km)

với $2 \text{ h} \le t \le 3$ h

b. Vẽ đồ thị tọa độ – thời gian của xe trên cả hai con đường AB như hình 1.3.

c. Dựa vào đồ thị thời điểm xe đến B là:

$t = 3$ h



Hình 1.4

d. Kiểm tra kết quả của câu c) bằng phép tính.

$t = t_0 + t_1 + 1 + t_2 = 3$ h

e. Vẽ đồ thị vận tốc– thời gian như hình 1.4.

***Đáp số:** a. $s_1 = 60t$ (km); $x_1 = 60t$ (km); với $0 \le t \le t_1 = 1$ h*

$s_2 = 40(t - 2)$ (km); $x_2 = 60 + 40(t - 2)$ (km); với $2 \le t \le 3$ h

c. và d. $t = 3$ h

4. Vận tốc trung bình

Áp dụng công thức: $v = \frac{s}{t} = \frac{s_1 + s_2 + ... + s_n}{t_1 + t_2 + ... + t_n}$

Trong đó:

$s = s_1 + s_2 + .. + s_n$

$t = t_1 + t_2 + ... + t_n$

$s_1 = v_1t_1$; $s_2 = v_2t_2$; ....$s_n = v_nt_n$

Bài 4: ***Một ôtô di chuyển giữa hai địa điểm A và B. Đầu chặng, ôtô đi mất $\frac{1}{4}$ tổng thời gian với vận tốc 50 km/h. Giữa chặng, ôtô đi mất $\frac{1}{2}$ tổng thời gian với vận tốc 40 km/h. Cuối chặng, ôtô đi mất $\frac{1}{4}$ tổng thời gian với vận tốc 20 km/h. Tính vận tốc trung bình của ôtô trên cả đoạn đường.***

Giải

$t_1 = t_3 = \frac{t}{4}$, $t_2 = \frac{t}{2}$; $v_1 = 50$ km/h, $v_2 = 40$ km/h; $v_3 = 20$ km/h

Quãng đường ôtô đi được trong thời gian đầu t_1:

$$s_1 = v_1t_1 = 50 . \frac{t}{4} = 12,5t$$

Quãng đường ôtô đi được trong thời gian giữa t_2:

$$s_2 = v_2t_2 = 40 . \frac{t}{2} = 20t$$

Quãng đường ôtô đi được trong thời gian cuối t_3 là:

$$s_3 = v_3t_3 = 20 . \frac{t}{4} = 5t$$

Do đó:

$$s = s_1 + s_2 + s_3 = 12,5t + 20t + 5t = 37,5t$$

Vận tốc trung bình của ôtô trên cả đoạn đường là:

$$v_{TB} = \frac{s}{t} = 37,5 \text{ km/h}$$

***Đáp số**: $v_{TB} = 37,5$ km/h*

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 1.1: Một máy bay cất cánh từ sân bay Tân Sơn Nhất đến sân bay Nội Bài trên đường bay dài khoảng 1250 km với vận tốc trung bình 500 km/h.

a. Tính thời gian bay.

b. Để thời gian bay giảm đi 30 phút thì vận tốc máy bay phải tăng hay giảm bao nhiêu?

Bài 1.2: Lúc 5 h sáng một xe ô tô chở khách khởi hành từ thành phố A đi thành phố B với vận tốc 54 km/h. Cùng lúc đó một xe vận tải khởi hành từ B về A với vận tốc 45 km/h. Khoảng cách giữa hai thành phố là 198 km. Chọn gốc tọa độ là thành phố A, chiều dương hướng từ A tới B.

a. Lập phương trình tọa độ – thời gian của hai xe trên.

b. Xác định vị trí và thời điểm hai xe gặp nhau.

Bài 1.3: Tùng đi xe đạp khởi hành từ A trên quãng đường AB dài 20 km với vận tốc 15 km/h. Tuấn khởi hành từ A sau Tùng 30 phút và đến B sau Tùng 10 phút.

a. Tính vận tốc của Tuấn.

b. Để đến được B cùng lúc với Tùng thì Tuấn phải chuyển động với vận tốc bằng bao nhiêu?

Bài 1.4: Một vận động viên bắn súng bắn một phát đạn vào bia cách chỗ người đó đứng là 765 m .Thời gian từ lúc bắn đến lúc người đó nghe thấy tiếng đạn nổ là 3 s. Biết vận tốc truyền âm trong không khí là 340 m/s. Tính thời gian từ lúc bắn đến lúc đạn trúng bia và vận tốc của viên đạn.

Bài 1.5: Một người đi xe máy từ Thành phố Hồ Chí Minh đi Long An cách nhau 30 km. Trong nửa đầu của quãng đường, người đó chuyển động đều với vận tốc v_1. Trong nửa sau quãng đường người đó chuyển động đều với

vận tốc $v_2 = \frac{3v_1}{4}$. Hãy xác định vận tốc v_1, v_2 để sau 30 phút người đó đến được Long An.

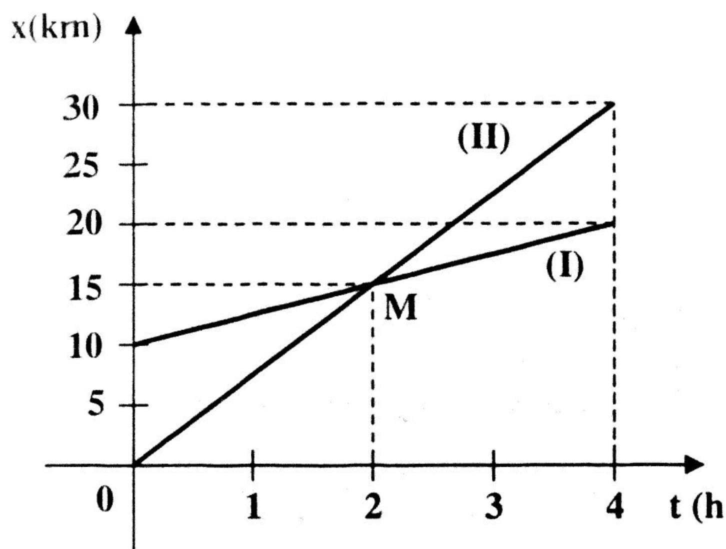
Bài 1.6: Hình 1.6 cho đồ thị chuyển động của vật A (I) và vật B (II). Hỏi :

a. Hai vật có khởi hành cùng lúc và tại cùng một địa điểm hay không?

b. Chuyển động của hai vật đó là chuyển động gì? Tính vận tốc (hay vận tốc trung bình) của mỗi vật.

c. Sau bao lâu vật A đuổi kịp vật B?

d. Quãng đường mỗi vật đi được từ lúc khởi hành tới lúc gặp nhau?



Hình 1.6

Bài 1.7: Hai thành phố AB cách nhau 300 km. Lúc 6 h một xe máy khởi hành từ A về B với vận tốc 45 km/h. Sau đó $\frac{1}{2}$ giờ, một ô tô chuyển động từ B về A. Lúc 9h30 hai xe gặp nhau. Chọn gốc tọa độ tại A, chiều dương từ A đến B. Xác định :

a. Vận tốc xe ô tô.

b. Tọa độ lúc hai xe gặp nhau.

Bài 1.8: Hai ô tô xuất phát cùng một lúc từ hai địa điểm A và B cách nhau 20 km trên một đường thẳng qua A và B, chuyển động cùng chiều từ A đến B. Tốc độ của ô tô A là 80 km/h, của ôtô B là $53\frac{1}{3}$ km/h.

a. Lấy gốc tọa độ ở A, gốc thời gian là lúc xuất phát, hãy viết công thức tính đường đi và phương trình tọa độ – thời gian của hai xe.

b. Vẽ đồ thị tọa độ – thời gian của hai xe trên cùng hệ trục (x, t).

c. Xác định vị trí và thời điểm mà xe A đuổi kịp xe B.

CHỦ ĐỀ II – CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. Vận tốc tức thời

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Δs = quãng đường đi rất nhỏ

Δt = khoảng thời gian rất nhỏ để vật đi hết quãng đường Δs

Chú ý:

- Nếu chất điểm chuyển động theo chiều dương thì:

$$\Delta s > 0 \Rightarrow v > 0$$

- Nếu chất điểm chuyển động theo chiều dương thì:

$$\Delta s < 0 \Rightarrow v < 0$$

2. Gia tốc của chuyển động

- ***Công thức tính gia tốc***

$$\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{v_2} - \overrightarrow{v_1}}{t_2 - t_1} \Rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

$\Delta\vec{v}$ = độ biến thiên vận tốc

Δt = khoảng thời gian vận tốc biến thiên $\Delta\vec{v}$

- ***Đơn vị gia tốc***

Trong hệ đơn vị SI: **m/s^2**

Ngoài ra có thể dùng các đơn vị: cm/s^2 ; mm/s^2

3. Chuyển động thẳng biến đổi đều

Chuyển động thẳng biến đổi đều là chuyển động có quĩ đạo là đường thẳng và có tốc độ biến đổi đều theo thời gian.

❖ Hai loại chuyển động thẳng biến đồi đều:

- *Nếu vận tốc tăng đều theo thời gian* ⇒ chuyển động thẳng nhanh dần đều.
- *Nếu vận tốc giảm đều theo thời gian* ⇒ chuyển động thẳng chậm dần đều.

a. Gia tốc của chuyển động thẳng biến đổi đều

$$a = \text{tg}\alpha = \text{const} = \text{hằng số}$$

trong đó $\text{tg}\alpha$ = hệ số góc của đường biểu diễn (v,t)

b. Phương trình chuyển động của chuyển động thẳng biến đổi đều

Chọn $t_o = 0$: $$x = x_0 + s = x_o + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

c. Quãng đường của chuyển động thẳng nhanh dần đều

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

d. Vận tốc của chuyển động thẳng biến đổi đều

- *Vận tốc tức thời*

$$v = v_o + at$$

trong đó:

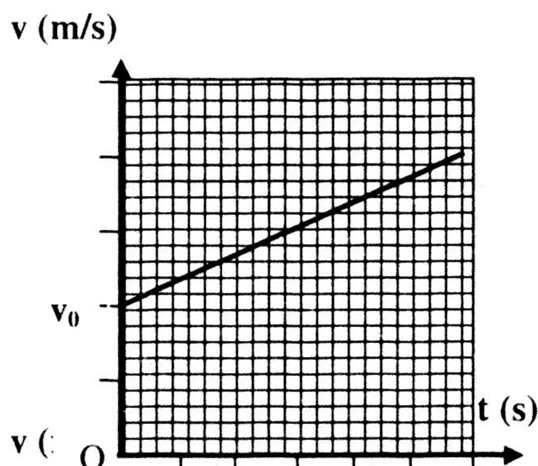
v_o = vận tốc ở thời điểm ban đầu t_o (thường chọn $t_0 = 0$)

- *Vận tốc trung bình*

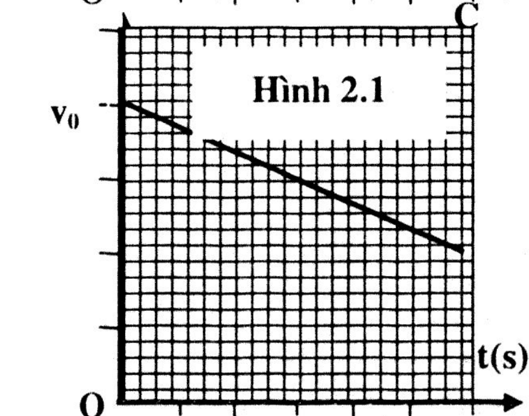
$$v_{TB} = \frac{v_0 + v}{2}$$

e. Công thức liên hệ giữa gia tốc, vận tốc và quãng đường trong chuyển động thẳng biến đổi đều

$$v^2 - v_o^2 = 2as$$



Hình 2.1



Hình 2.2

4. Chuyển động thẳng nhanh dần đều

a. Tính chất của chuyển động thẳng nhanh dần đều

$\vec{a}$ cùng phương, chiều với $\vec{v}$ tức là: $a.v > 0$ hay

- Nếu vật chuyển động theo chiều dương: $v > 0$ và $a > 0$
- Nếu vật chuyển động theo chiều âm: $v < 0$ và $a < 0$

b. Đồ thị vận tốc – thời gian (hình 2.1) của chuyển động thẳng nhanh dần đều

5. Chuyển động thẳng chậm dần đều

a. Tính chất của chuyển động thẳng chậm dần đều

$\vec{a}$ cùng phương, ngược chiều với $\vec{v}$, tức là: $a.v < 0$

- Nếu vật chuyển động theo chiều dương: $v > 0$ thì $a < 0$
- Nếu vật chuyển động theo chiều âm: $v < 0$ thì $a > 0$

b. Đồ thị vận tốc – thời gian của chuyển động thẳng chậm dần đều như hình 2.2.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Vận tốc, gia tốc, quãng đường trong chuyển động thẳng biến đổi đều

Áp dụng các công thức: $v = v_o + at$

$$s = v_0t + \frac{at^2}{2}$$

$$v^2 - v_o^2 = 2as$$

Bài 1: ***Một ô tô đang chuyển động thẳng đều với vận tốc 28,8 km/h thì tăng tốc chuyển động nhanh dần đều. Sau 20 s nó đạt vận tốc 50,4 km/h. Tính:***

a. Gia tốc của xe

b. Vận tốc của xe ở thời điểm sau khi tăng tốc được 25 s.

c. Quãng đường ô tô đi được trong 25 s đó.

Giải

a. Chọn $t = 0$: $v_0 = 28,8$ km/h = 8 m/s; $x_0 = 0$

$t = 20$ s: $v_{20} = 50,4$ km/h = 14 m/s

Áp dụng công thức: $v_{20} = v_0 + at_{25}$

Gia tốc của xe là: $a = \frac{v_{20} - v_0}{t_{20}} = \frac{14-8}{20} = 0,3$ m/s^2

b. Vận tốc của xe ở thời điểm t = 25 s là:

$$v_{25} = v_0 + at_{25} = 8 + 0,3 \cdot 25 = 15,5 \text{ m/s}$$

c. Quãng đường ô tô đi được trong 25 s đó là:

$$s = x_{25} - x_0 = v_0t_{25} + \frac{at_{25}^2}{2}$$

$$\Rightarrow s = 8 \cdot 25 + \frac{0,3.25^2}{2} = 293,75 \text{ m}$$

Đáp số: a) $a = 0,3$ m/s^2; b) $v_{30} = 15,5$ m/s; c) $s = 293,75$ m

2. Phương trình chuyển động $x = x_0 + v_0.t + \frac{at^2}{2}$

Bài 2: ***Phương trình cơ bản của một vật chuyển động thẳng là:***

$$x = 3t^2 + 12t + 6 \text{ (cm; s)}$$

Hãy xác định:

a. Gia tốc của chuyển động và cho biết tính chất của chuyển động.

b. Vận tốc của vật ở thời điểm t = 2 s.

c. Tọa độ của vật khi nó có vận tốc v = 30 cm/s.

Giải

a. Phương trình của chuyển động thẳng có dạng: $x = x_o + v_0t + \frac{at^2}{2}$

So sánh với phương trình: $x = 3t^2 + 12t + 6$ (cm; s)

Ta suy ra được: $x_o = 6$ cm; $v_0 = 12$ cm/s; $a = 6$ cm/s^2

$v_0 > 0$; $a > 0 \Rightarrow$ chuyển động nhanh dần đều

b. Phương trình vận tốc của vật: $v = v_o + at = 12 + 6t$ (cm/s)

Vận tốc của vật ở thời điểm t = 2 s: $v = 12 + 6 \,.\, 2 = 24$ cm/s

c. Thời điểm mà vật có vận tốc v = 30 cm/s là: $t = \dfrac{v - v_0}{a} = \dfrac{30 - 12}{6} = 3$ s

Vậy tọa độ của vật khi nó có vận tốc v = 40 cm/s là:

$$x = 3t^2 + 12t + 6 = 4 \,.\, 3^2 + 12 \,.\, 3 + 6 = 78 \text{ cm}$$

Đáp số: a) a = 6 cm/s^2; chuyển động nhanh dần đều

b) v = 24 cm/s; c) x = 78 cm

3. Thời điểm và vị trí các vật chuyển động gặp nhau

- Thời điểm và vị trí hai vật chuyển động gặp nhau

$$x_1 = x_2;\ t_1 = t_2$$

Bài 3: ***Một người đi xe đạp với vận tốc không đổi v_1 = 14,4 km/h khi ngang qua một ô tô thì ô tô bắt đầu chuyển bánh cùng chiều với người đi xe đạp với gia tốc a = 0,5 m/s^2. Chọn gốc tọa độ là vị trí ô tô bắt đầu chuyển bánh, chiều dương là chiều chuyển động của hai xe, gốc thời gian là lúc ô tô bắt đầu chuyển động. Hỏi:***

a. Sau bao lâu ô tô đuổi kịp người đi xe đạp?

b. Vận tốc của ô tô và tọa độ lúc hai xe gặp nhau.

Giải

Ta có:

$v_1 = 14{,}4$ km/h $= 4$ m/s; $a = 0{,}5$ m/s^2

$t = 0$: $x_{01} = x_{02} = 0$; $v_{02} = 0$

a. Phương trình chuyển động của người đi xe đạp:

$$x_1 = v_1 t = 4t \text{ (m;s)}$$

Phương trình chuyển động của ô tô:

$$x_2 = v_{02}t + \frac{at^2}{2} = 0{,}25t^2 \text{ (m; s)}$$

Phương trình vận tốc của ô tô: $v_2 = v_{02} + at = 0{,}5t$ (m/s)

Điều kiện để ô tô đuổi kịp xe đạp:

$$x_2 = x_1 \Rightarrow 0{,}25t^2 = 4t$$

$\Rightarrow t = 0$ là lúc ô tô xuất phát (loại); t = 16 s (nhận)

b. Vận tốc của ô tô lúc hai xe gặp nhau là:

$$v_2 = 0{,}5 \,.\, 16 = 8 \text{ m/s}$$

Tọa độ lúc hai xe gặp nhau là:

$$x_2 = x_1 = 4t = 4 \,.\, 16 = 64 \text{ m}$$

Đáp số: a) t = 16 s; b) v_2 = 8 m/s; x_2 = 64 m

4. Đồ thị vận tốc – thời gian (v,t)

- Dựa vào phương trình:

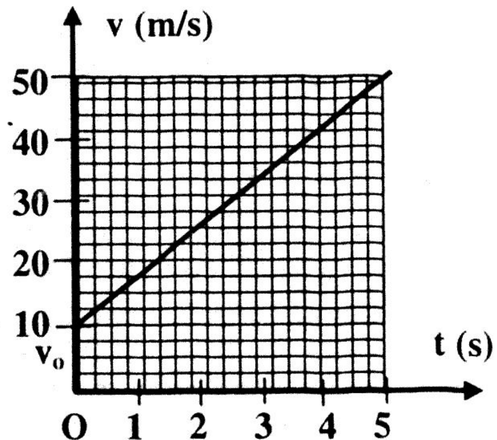
$$a = tg\alpha = const$$
$$v = v_o + a(t - t_o)$$

Bài 4: ***Đồ thị vận tốc – thời gian của một chuyển động có dạng như hình 2.3.***

a. Tính gia tốc và nêu tính chất chuyển động của vật.

b. Viết công thức tính vận tốc ứng với đồ thị đó.

c. Dựa vào đồ thị xác định vận tốc của vật ở thời điểm t = 3 s. So sánh với kết quả tính toán.



Hình 2.3

Giải

a. Từ đồ thị 2.3 ta có:

$$t_0 = 0: v_o = 10 \text{ m/s}$$
$$t = 5 \text{ s}: v = 50 \text{ m/s}$$
$$\Rightarrow a = \frac{v - v_0}{t} = 8 \text{ m/s}^2$$

⇒ Vật chuyển động nhanh dần đều.

b. Ta có công thức tính vận tốc:

$$v = v_o + at$$

Vậy công thức tính vận tốc ứng với đồ thị đó là:

$$v = 10 + 8t \text{ (m/s)}$$

c. Từ đồ thị ta thấy, ở thời điểm t = 3 s: v = 34 m/s

So sánh với công thức:

$$v = 10 + 8 \cdot 3 = 34 \text{ m/s}$$

Đáp số: a) a = 8 m/s²; b) v = 10 + 8t (m/s); c) v = 34 m/s

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 2.1: Phương trình chuyển động của một vật có dạng:

$$x = 3 - \frac{1}{3}t + \frac{2}{3}t^2 \text{ (m; s)}$$

Hãy xác định:

a. Biểu thức vận tốc tức thời của vật theo thời gian.

b. Vận tốc của vật ở thời điểm t = 7 s.

c. Tọa độ và quãng đường vật đi được trong 6 s đầu tiên.

Bài 2.2: Một vật chuyển động trên trục Ox với gia tốc $a = 2\ m/s^2$. Khi t = 0 vật ở gốc tọa độ O và có vận tốc $v_o = 0$.

a. Vẽ đồ thị vận tốc và nêu tính chất chuyển động của vật.

b. Lập phương trình chuyển động của vật.

c. Xác định tọa độ và vận tốc của vật ở thời điểm t = 20 s.

Bài 2.3: Vận tốc của một chất điểm chuyển động dọc theo trục Ox cho bởi hệ thức:

$$v = 10 + 5t \quad (m/s)$$

Hãy xác định

a. Gia tốc, vận tốc của chất điểm lúc t = 4 s.

b. Vận tốc trung bình của chất điểm trong khoảng thời gian từ $t_1 = 4$ s đến $t_2 = 6$ s.

Bài 2.4: Một ô tô đang chuyển động với vận tốc 21,6 km/h thì xuống dốc chuyển động nhanh dần đều với gia tốc $a = 0,5\ m/s^2$ và khi xuống đến chân dốc đạt vận tốc 43,2 km/h. Tính:

a. Chiều dài dốc.

b. Thời gian đi hết dốc.

Bài 2.5: Một ca nô đang chuyển động với vận tốc không đổi 25,2 km/h khi ngang qua một bến sông. Ngay thời điểm đó một tầu thủy bắt đầu khởi hành cùng chiều với ca nô với gia tốc không đổi $a = 2\ m/s^2$. Chọn gốc tọa độ là bến sông, chiều dương là chiều chuyển động của ca nô và tàu thủy, gốc thời gian là lúc tàu thủy bắt đầu chuyển động. Hỏi:

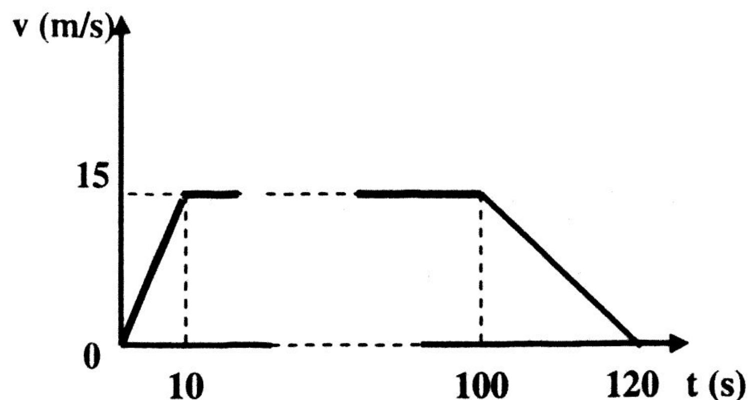
a. Sau bao lâu tàu thủy đuổi kịp ca nô?

b. Vận tốc của tàu thủy và tọa độ lúc chúng lúc gặp nhau?

Bài 2.6: Một vật chuyển động nhanh dần đều với vận tốc đầu $v_o = 0$. Trong giây thứ nhất vật đi được quãng đường l_1; trong giây thứ hai vật đi được quãng đường l_2; trong giây thứ ba vật đi được quãng đường l_3. Chứng minh rằng:

$$l_1 : l_2 : l_3 = 1 : 3 : 5$$

Bài 2.7: Đồ thị vận tốc theo thời gian của một người đi xe máy như trên hình 2.5. Hãy mô tả tính chất chuyển động và tính quãng đường người đó đi được trên mỗi chặng đường.



Hình 2.5

Bài 2.8: Một thang máy bắt đầu chuyển động không vận tốc đầu từ đáy một giếng mỏ độ sâu h = 200 m. Biết rằng trong $\frac{1}{4}$ đoạn đầu của quãng đường thang máy chuyển động nhanh dần đều có gia tốc $a_1 = 0{,}25\ m/s^2$. Trong $\frac{1}{2}$ đoạn giữa quãng đường thang chuyển động đều và trong $\frac{1}{4}$ đoạn cuối quãng đường thang chuyển động chậm dần đều và dừng lại ở mặt đất. Tính:

a. Gia tốc của thang máy ở đoạn cuối quãng đường và thời gian thang máy đi từ đáy giếng mỏ tới mặt đất.

b. Vận tốc lớn nhất mà thang máy có thể đạt được trong quá trình chuyển động.

Bài 2.9: Vận tốc vũ trụ cấp I (7,9 km/s) là vận tốc nhỏ nhất để các con tàu vũ trụ có thể bay quanh Trái Đất. Một tên lửa phóng tàu vũ trụ sau 2 phút38 s kể từ lúc bắt đầu phóng con tàu đạt được vận tốc trên. Tính gia tốc của tàu? Coi gia tốc của con tàu là không đổi.

Bài 2.10: Một viên bi được bắn dọc theo một máng nghiêng một góc $\alpha = 30^0$ so với mặt phẳng nằm ngang từ chân máng với vận tốc đầu $v_0 = 5$ m/s, gia tốc a = – 0,4 m/s^2. Bỏ qua mọi ma sát.

a. Hỏi sau bao lâu vận tốc của viên bi bằng 2,6 m/s.

b. Tính độ cao lớn nhất (so với mặt đất) mà viên bi đạt được.

Bài 2.11: Một ô tô chuyển động nhanh dần đều với vận tốc đầu v_0 = 14,4 km/h. Trong giây thứ năm xe đi được quãng đường 17,5 m. Hãy tính:

a. Gia tốc của xe.

b. Quãng đường xe đi được trong 15 s đầu tiên.

CHỦ ĐỀ III – SỰ RƠI TỰ DO

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. ***Đặc điểm của sự rơi tự do***

+ Phương của chuyển động rơi tự do là phương thẳng đứng.

+ Chiều của chuyển động rơi là chiều từ trên xuống dưới.

+ Chuyển động rơi tự do là chuyển động thẳng nhanh dần đều với: Gia tốc a = g = gia tốc rơi tự do (gia tốc trọng trường)

+ Vận tốc đầu $v_o = 0$

2. ***Định luật của sự rơi tự do***

Tại cùng một vĩ độ địa lí trên Trái Đất và ở cùng một độ cao, các vật đều rơi tự do với cùng một gia tốc g.

Gia tốc g phụ thuộc vào vĩ độ địa lí và độ cao so với mặt đất.

3. *Giá trị của gia tốc rơi tự do*

Trường hợp không đòi hỏi độ chính xác cao lắm thì ta có thể lấy:

$$g \approx 9,8\ m/s^2 \text{ hay } g \approx 10\ m/s^2$$

4. *Công thức*

- Gia tốc

$$a = g$$

- Vận tốc

$$v = gt$$

- Phương trình chuyển động $y = y_0 + \frac{gt^2}{2}$
- Quãng đường di chuyển $h = s = |y - y_0| = \frac{gt^2}{2}$
- Công thức độc lập với thời gian

$$v^2 = 2gh$$

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Thời gian – Vận tốc – Quãng đường rơi tự do

Áp dụng các công thức:

$$a = g;\ v = gt;\ h = s = |y - y_0| = \frac{gt^2}{2}$$

$$v^2 = 2gh$$

Bài 1: ***Một vật rơi không vận tốc đầu từ độ cao 15 m xuống đất.***

a. Tìm vận tốc chạm đất và thời gian của vật từ lúc rơi tới lúc chạm đất.

b. Tính quãng đường vật đi được trong 1,5 s đầu tiên.

Lấy g = 10 m/s².

Giải

a. Áp dụng công thức: $v^2 = 2gh$

Vận tốc của vật khi chạm đất là: $\Rightarrow v_{cd} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2.10.15} = 10\sqrt{3}$ m/s

Thời gian của vật từ lúc rơi tới lúc chạm đất:

$$v_{cd} = gt_{cd} \Rightarrow t_{cd} = \frac{v_{cd}}{g} = \frac{10\sqrt{3}}{10} = \sqrt{3}\ s$$

b. Quãng đường vật đi được trong 1,5 s đầu tiên:

$$h_{0,5} = \frac{gt^2}{2} = \frac{10.1,5^2}{2} = 11,25\ m$$

Đáp số:a) $v_{cd} = 10\sqrt{3}$ ***m/s;*** $t_{cd} = \sqrt{3}$ ***s; b)*** $h_{0,5} = 11,25$ ***m***

2. Phương trình chuyển động – Phương trình vận tốc

Áp dụng các công thức:

$$y = y_0 + \frac{gt^2}{2}$$

$$v = gt$$

Bài 2: ***Từ một đỉnh tháp cao 45 m người ta buông một vật. Sau 3 s kể từ lúc buông vật thứ nhất người ta lại buông vật thứ hai ở tầng thấp hơn đỉnh tháp 10 m. Chọn trục tọa độ Oy thẳng đứng, gốc O là đỉnh tháp, chiều dương hướng xuống, gốc thời gian là lúc buông vật thứ nhất.***

a. Lập phương trình chuyển động và phương trình vận tốc của mỗi vật.

b. Hai vật có chạm đất cùng một lúc hay không?

c. Tính vận tốc lúc chạm đất của mỗi vật.

Giải

a. Với cách chọn trục tọa độ Oy, gốc tọa độ và gốc thời gian như đề bài ta có phương trình chuyển động và phương trình vận tốc của mỗi vật như sau:

- Vật thứ nhất:

$$y_1 = \frac{gt^2}{2} = 5t^2 \quad (1)$$

$$v_1 = gt = 10t \quad (2)$$

- Vật thứ hai:

$$y_2 = 10 + \frac{10(t-3)^2}{2} = 5(t^2 - 6t + 11) \quad (3)$$

$$v_2 = g(t-3) = 10(t-3) \quad (4)$$

b. Thời điểm vật thứ nhất chạm đất là:

$$y_1 = h = 5t_1^2 = 45 \Rightarrow t_1 = 3 \text{ s}$$

Thời điểm vật thứ hai chạm đất là:

$$y_2 = h = 5(t^2 - 6t + 11) = 45$$

$$\Rightarrow t^2 - 6t - 2 = 0$$

$$\Rightarrow t_2 = 5{,}65 \text{ s (nhận)}; \ t_2 = 0{,}35 \text{ s} < 3 \text{ s (loại)}$$

$$\Rightarrow t_2 \neq t_1$$

⇒ Hai vật không chạm đất cùng một lúc.

c. Vận tốc lúc chạm đất của vật thứ nhất:

$$v_1 = 10t_1 = 10 \,.\, 3 = 30 \text{ m/s}$$

Vận tốc lúc chạm đất của vật thứ hai:

$$v_2 = 10(t_2 - 3) = 10(5{,}65 - 3) = 26{,}5 \text{ m/s}$$

Đáp số: c) $v_1 = 30$ m/s; $v_2 = 26{,}5$ m/s

3. Chuyển động của vật được ném theo phương thẳng đứng với vận tốc đầu v_0

Chọn trục tọa độ thẳng đứng, gốc O là vị trí ném, chiều dương là chiều ném vật, gốc thời gian là lúc ném vật.

Áp dụng các công thức: $y = y_0 + v_0t \pm \frac{gt^2}{2}$

$$s = |y - y_0| = v_0t \pm \frac{gt^2}{2}$$

$$v = v_0 \pm gt$$

$$v^2 - v_0^2 = 2gh$$

– Nếu vật được ném thẳng đứng hướng xuống từ một tọa độ y_0: $y = y_0 + v_0t + \frac{gt^2}{2}$

$$s = |y - y_0| = v_0t + \frac{gt^2}{2}$$

$$v = v_0 + gt$$

– Nếu vật được ném thẳng đứng hướng lên từ một tọa độ y_0: $y = y_0 + v_0t - \frac{gt^2}{2}$

.

$$s = |y - y_0| = v_0t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v = v_0 - gt$$

Bài 3: ***Ở cùng một độ cao h = 20 m người ta ném một vật có vận tốc đầu v_0 theo phương thẳng đứng hướng lên. Sau đó 1 s người ta thả một vật rơi tự do. Hai vật chạm đất cùng một lúc. Tính v_0 và vận tốc chạm đất của mỗi vật. Lấy $g = 10\ m/s^2$.***

Giải

$h = 20$ m; $t_2 = t_1 - 1$

Chọn trục tọa độ thẳng đứng, gốc O là vị trí ném vật thứ nhất, chiều dương là chiều hướng xuống, gốc thời gian là lúc ném vật thứ nhất.

Phương trình chuyển động của vật thứ nhất là: $y_1 = v_0t_1 + \frac{gt_1^2}{2}$ (1)

Phương trình chuyển động của vật thứ hai là: $y_2 = \frac{gt_2^2}{2}$ (2)

Khi chạm đất $y_2 = h_2 = 20$ m. Thời gian vật thứ hai rơi là:

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2.20}{10}} = 2\ s$$

Thời gian vật thứ nhất từ lúc bắn tới lúc chạm đất là: $t_1 = t_2 + 1 = 3$ s

Khi vật thứ nhất chạm đất tọa độ của nó là $y_1 = h = 20$ m. Thế vào phương trình (1) ta có:

$$y_1 = 3v_0 + \frac{10.3^2}{2} = 20$$

$$\Rightarrow v_0 = -8\frac{1}{3} \text{ m/s}$$

Phương trình vận tốc của vật thứ nhất là:

$$v_1 = v_0 + gt$$

Vận tốc vật thứ nhất lúc chạm đất là:

$$v_1 = -8\frac{1}{3} + 10 . 3 = 21\frac{2}{3} \text{ m/s}$$

Vận tốc vật thứ hai lúc chạm đất là:

$$v_2 = gt_2 = 10 . 2 = 20 \text{ m/s}$$

Đáp số: *$v_0 = -8\frac{1}{3}$ m/s; $v_1 = 21\frac{2}{3}$ m/s; $v_2 = 20$ m/s*

4. Thời điểm và vị trí các vật chuyển động gặp nhau

- Thời điểm và vị trí hai vật chuyển động gặp nhau

$$y_1 = y_2; t_1 = t_2$$

Bài 4: ***Một viên bi A được thả rơi từ độ cao h = 30 m. Cùng lúc đó, một viên bi B được bắn thẳng đứng từ mặt đất lên với vận tốc 25 m/s tới va chạm với A. Chọn trục tọa độ Oy thẳng đứng, gốc O ở mặt đất, chiều dương hướng lên, gốc thời gian là lúc hai viên bi bắt đầu chuyển động. Bỏ qua sức cản không khí. Lấy g = 10 m/s².***

a. Lập phương trình chuyển động của mỗi viên bi.

b. Tính thời điểm và tọa độ hai viên bi gặp nhau.

c. Vận tốc của mỗi viên bi lúc gặp nhau.

Giải

$$y_{oA} = h = 30 \text{ m}; v_{0A} = 0; a_A = -g$$

$$y_{0B} = 0; v_{0B} = 25 \text{ m/s}; a_B = -g; t_{0A} = t_{0B} = 0$$

a. Phương trình chuyển động của viên bi A:

$$y_A = y_{0A} + v_{0A}t + \frac{a_At^2}{2}$$

$$\Rightarrow y_A = 30 - 5t^2 \text{ (m; s)} \quad (1)$$

Phương trình chuyển động của viên bi B:

$$y_B = y_{0B} + v_{0B}t + \frac{a_Bt^2}{2}$$

$$\Rightarrow y_B = 25t - 5t^2 \text{ (m; s)} \quad (2)$$

b. Thời điểm và tọa độ hai viên bi gặp nhau:

$$y_A = y_B = y; \ t_A = t_B = t$$

Từ (1) và (2) ta có:

$$30 - 5t^2 = 25t - 5t^2 \Rightarrow t = \frac{30}{25} = 1,2 \text{ s}$$

$$y = 30 - 5t^2 = 30 - 5 \ . \ 1,2^2 = 22,8 \text{ m}$$

c. Vận tốc của viên bi A lúc gặp nhau:

$$v_A = - gt = -10 \ .1,2 = -12 \text{ m/s}$$

Vận tốc của viên bi B lúc gặp nhau:

$$v_B = v_{0B} - gt = 25 - 10 \ .1,2 = 13 \text{ m/s}$$

Đáp số: a) $y_A = 30 - 5t^2$ ***(m; s);*** $y_B = 25t - 5t^2$ ***(m; s)***

b) $t = 1,2$ ***s;*** $y = 22,8$ ***m; c)*** $v_A = -12$ ***m/s;*** $v_B = 13$ ***m/s***

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 3.1: Một viên đá rơi từ một độ cao h. Trong hai giây cuối cùng trước khi chạm đất nó rơi được quãng đường 40 m. Tính thời gian rơi, độ cao h và vận tốc của vật lúc vừa chạm đất. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Bỏ qua sức cản không khí.

Bài 3.2: Người ta ném một vật từ mặt đất lên trên cao theo phương thẳng đứng với vận tốc 10 m/s. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Hỏi:

a. Sau bao lâu thì vật đó rơi chạm đất?

b. Độ cao cực đại vật đạt được là bao nhiêu?

c. Vận tốc khi vật chạm đất là bao nhiêu?

Bài 3.3: Một vật rơi tự do từ một độ cao h. Biết rằng trong ba giây cuối cùng vật rơi được quãng đường bằng sáu giây đầu tiên. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tính:

a. Độ cao h và thời gian rơi của vật.

b. Vận tốc của vật lúc chạm đất.

Bài 3.4: Hai viên bi sắt được thả rơi từ cùng một độ cao cách nhau một khoảng thời gian 1,5 s. Tính khoảng cách giữa hai viên bi sau khi viên bi thứ nhất rơi được 3,5 s.

Bài 3.5: Một đạn được bắn lên từ mặt đất theo phương thẳng đứng với vận tốc v_0. sau thời gian 20 s ta thấy viên đạn rơi xuống đất. Bỏ qua sức cản của không khí. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tính:

a. Tính độ cao lớn nhất mà viên đạn đạt được.

b. Vận tốc v_0 của viên đạn.

Bài 3.6: Một vật rơi tự do tại một địa điểm có $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tính:

a. Quãng đường vật rơi được trong 3 s đầu tiên.

b. Quãng đường vật rơi được trong giây thứ ba.

Bài 3.7: Một vật rơi tự do từ một độ cao h = 50 m tại nơi có $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tính:

a. Thời gian vật rơi được một mét đầu tiên.

b. Thời gian vật rơi được một mét cuối.

Bài 3.8: Ở cùng một độ cao h = 180 m người ta thả một vật rơi tự do. Sau đó 1 s người ta ném một vật có vận tốc đầu v_0 theo phương thẳng đứng hướng xuống. Hai vật chạm đất cùng một lúc. Tính v_0 và vận tốc chạm đất của mỗi vật. Lấy g = 10 m/s^2.

CHỦ ĐỀ IV – CHUYỂN ĐỘNG TRÒN ĐỀU

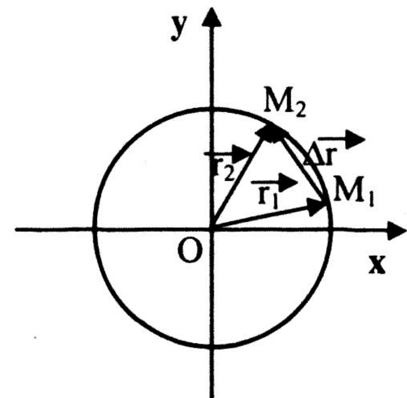
A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. Vận tốc dài

❖ ***Véc tơ vận tốc dài***

$$\vec{v} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$$

Trong chuyển động tròn véc tơ $\vec{v}$ có phương luôn tiếp tuyến với đường tròn quĩ đạo tại điểm đang xét, có chiều hướng theo chiều chuyển động.



Hình 4.1

❖ ***Độ lớn của vận tốc dài***

$$|\vec{v}| = v = \left|\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}\right| = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \text{const}$$

Δs = độ dài của cung tròn mà vật chuyển động đi được trong thời gian Δt.

2. Vận tốc góc

❖ ***Biểu thức độ lớn***

$$\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t}$$

Δα = góc mà bán kính quĩ đạo OM quét được trong thời gian Δt.

❖ Đơn vị vận tốc góc: ***rad/s***

3. Công thức liên hệ giữa vận tốc góc ω với vận tốc dài v

Ta có:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = R\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow v = R\omega$$

6. Các đặc trưng của chuyển động tròn đều

❖ ***Chu kì***

Chu kì T của chuyển động tròn đều là thời gian để vận chuyển động đi hết một vòng.

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

Đơn vị: *s*

❖ ***Tần số***

Tần số của chuyển động tròn đều là số vòng mà vật đi được trong một giây.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

Đơn vị: ***Hz = vòng/s***

7. ***Gia tốc hướng tâm***

❖ ***Phương và chiều của véc tơ gia tốc trong chuyển động tròn đều***

Trong chuyển động tròn đều véc tơ gia tốc của chuyển động luôn vuông góc với véc tơ vận tốc $\vec{v}$ và hướng về tâm của quĩ đạo chuyển động nên gọi là *gia tốc hướng tâm.*

$$\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

❖ ***Độ lớn của gia tốc hướng tâm***

$$a_{ht} = \left|\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}\right| = \frac{v^2}{R} = R\omega^2$$

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Chu kì – Tần số – Vận tốc góc của chuyển động tròn đều

Áp dụng công thức:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}; f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

Bài 1: ***Một chất điểm chuyển động trên đường tròn bán kính 10 cm với vận tốc góc không đổi bằng 6,28 rad/s. Tính chu kì, tần số.***

Giải

R = 10 cm; ω = 6,28 rad/s = 2π rad/s

Chu kì quay của chất điểm:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1 \text{ s}$$

Tần số của chất điểm:

$$f = \frac{1}{T} = 1 \text{ Hz}$$

Đáp số: T = 1s; f = 1 Hz

2. Vận tốc dài – Gia tốc của chuyển động tròn đều

Áp dụng công thức:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = R\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow v = R\omega$$

$$a_{ht} = \left|\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}\right| = \frac{v^2}{R} = R\omega^2$$

Bài 2:	***Trong nguyên tử hiđrô êlectrôn chuyển động trên một quĩ đạo tròn có bán kính R = 1 $\mathring{A}$. Thời gian êlectrôn quay hết hai vòng là 5.10^{-15} s. Hãy tính vận tốc góc, vận tốc dài và gia tốc hướng tâm của êlectrôn.***

Giải

$R = 1\,\mathring{A} = 10^{-10}$ m; N = 2 vòng; $t = 5.10^{-15}$ s

Chu kì quay của êlectrôn là:

$$T = \frac{t}{N} = \frac{5.10^{-15}}{2} = 2{,}5.10^{-15}\ s$$

Vận tốc góc của êlectrôn là:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2{,}5.10^{-15}} = 2{,}5.10^{15}\ rad/s$$

Vận tốc dài của êlectrôn là:

$$v = R.\omega = 10^{-10}.\ 2{,}5.10^{15} = 2{,}5.\ 10^5\ m/s$$

Gia tốc hướng tâm của êlectrôn:

$$a = R.\omega^2 = 10^{-10}.(2{,}5.\ 10^{15})^2 = 6{,}25.10^{20}\ m/s^2$$

Đáp số: *$\omega = 2{,}5.\ 10^{15}$ rad/s; $v = 2{,}5.\ 10^5$ m/s; $a = 6{,}25.10^{20}$ m/s^2*

3. Quãng đường của vật chuyển động tròn đều

Áp dụng các công thức:

$$\Delta s = R.\ \Delta\varphi$$

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$$

φ_2 = tọa độ góc ở thời điểm t_2; φ_1 = tọa độ góc ở thời điểm t_1.

Bài 3:	***Một chất điểm chuyển động tròn đều trên một đường tròn bán kính 40 cm. Biết nó đi được 5 vòng trong thời gian 2 s.*** ***a. Tính vận tốc góc, vận tốc dài, gia tốc của chất điểm.*** ***b. Quãng đường chất điểm đi được trong 3 s đầu tiên.***

Giải

R = 40 cm; N = 5 vòng; t = 2 s; t = 0: $\varphi_0 = 0$

a. Chu kì quay của chất điểm là: $T = \frac{t}{N} = \frac{2}{5} = 0{,}4$ s

Vận tốc góc của chất điểm là:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,4} = 5\pi \text{ rad/s}$$

Vận tốc dài của chất điểm là:

$$v = R.\omega = 0,4 \,.\, 5\pi = 2\pi \text{ m/s} = 6,28 \text{ m/s}$$

Gia tốc hướng tâm của êlectrôn:

$$a = R.\omega^2 = 0,4 \,.\, (5\pi)^2 = 98,7 \text{ m/s}^2$$

b. Quãng đường chất điểm đi được trong 3 s đầu tiên:

$$s_3 = v.t_3 = 6,28 \,.\, 3 = 18,85 \text{ m}$$

Đáp số: ***a)*** $\boldsymbol{\omega = 5\pi}$ ***rad/s; v = 6,28 km/s; a = 98,7 m/s²***

b) $\boldsymbol{s_3 = 18,85}$ ***m***

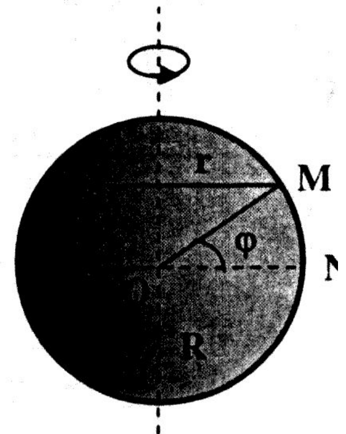
C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 4.1: Một xe đạp có bánh xe đường kính 700 mm, chuyển động đều với vận tốc 12,6 km/h. Tính chu kì, tần số, tốc độ góc của đầu van xe đạp.

Bài 4.2: Một chất điểm chuyển động đều trên một đường tròn bán kính R = 5 m, với vận tốc dài 10 m/s. Xác định gia tốc hướng tâm của chất điểm.

Bài 4.3: Chiều dài của chiếc kim giây của một đồng hồ dài gấp 1,5 lần kim giờ của nó. Hỏi vận tốc dài của đầu kim giây gấp mấy lần vận tốc dài của kim giờ?

Bài 4.4: Một chiếc tàu thủy neo tại một điểm M trên đường vĩ tuyến 45° và một chiếc tàu thủy neo tại một điểm N trên đường xích đạo như hình 4.2. Hãy so sánh gia tốc hướng tâm của hai tàu thủy trong chuyển động quanh trục quay của Trái Đất. Biết bán kính của Trái Đất là 6 400 km.



Hình 4.2

Bài 4.5: Một đĩa đặc đồng chất có dạng hình tròn bánh kính R = 50 cm đang quay tròn đều quanh trục của nó. Biết thời gian quay hết 1 vòng là 4 s. Tính vận tốc dài và vận tốc góc của hai điểm A và B nằm trên cùng một đường kính của đĩa. Biết rằng điểm A nằm trên vành đĩa, điểm B nằm trung điểm giữa tâm O của vòng tròn với vành đĩa.

CHỦ ĐỀ V – TÍNH TƯƠNG ĐỐI CỦA CHUYỂN ĐỘNG

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. Công thức cộng vận tốc tổng quát

Vận tốc tuyệt đối bằng tổng véc tơ vận tốc tương đối và vận tốc kéo theo.

$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{V}$$

$\vec{v}$ = vận tốc của vật đối với hệ qui chiếu đứng yên = vận tốc tuyệt đối.

$\vec{v}'$ = vận tốc của vật đối với hệ qui chiếu chuyển động = vận tốc tương đối.

$\vec{V}$ = vận tốc của hệ qui chiếu chuyển động so với hệ qui chiếu đứng yên = vận tốc kéo theo.

2. Các trường hợp đặc biệt

a. Trường hợp các vận tốc cùng phương, chiều

$$v = v' + V$$

b. Trường hợp vận tốc tương đối $\vec{v}'$ cùng phương, ngược chiều với vận tốc kéo theo $\vec{V}$

$$|v| = |v'| - |V|$$

c. Trường hợp vận tốc tương đối $\vec{v}'$ vuông góc với vận tốc kéo theo $\vec{V}$

$$v^2 = v'^2 + V^2$$

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Bài 1: ***Một canô đi xuôi dòng nước từ bến A tới bến B hết 4 h ; còn nếu đi ngược dòng từ B về A hết 5 h. Biết vận tốc của dòng nước so với bờ sông 4 km/h. Tính vận tốc của canô so với dòng nước và quãng đường AB.***

Giải

$t_1 = 4$ h ; $t_2 = 5$ h ; $v' = 4$ km/h

Gọi v là vận tốc của canô so với dòng nước, v' là vận tốc của dòng nước so với bờ sông.

Khi đi xuôi dòng nước từ A đến B, ta có :

$$AB = (v + v')\,t_1 = 4.(v + v') \qquad (1)$$

Khi đi ngược dòng nước từ B đến A, ta có :

$$AB = (v - v')\,t_2 = 5.(v - v') \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow 4.(v + v') = 5.(v - v')$

Vận tốc của canô so với dòng nước là :

$$v = 9v' = 9\,.\,4 = 36 \text{ km/h}$$

Quãng đường AB là : $AB = (v + v')\,t_1 = (36 + 4).\,4 = 160$ km

Đáp số : v = 36 km/h ; AB = 160 km

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 5.1: Một ô tô A chạy đều trên một đường thẳng với vận tốc 45 km/h. Một ô tô B đuổi theo ô tô A với vận tốc 50 km/h. Xác định vận tốc của ô tô B đối với ô tô A và của ô tô A đối với ô tô B.

Bài 5.2: A ngồi trên một toa tàu chuyển động với vận tốc 24 km/h đang rời ga. B ngồi trên một toa tàu khác chuyển động với vận tốc 8 km/h đang vào ga. Hai đường tàu song song với nhau. Tính vận tốc của B đối với A.

Bài 5.3: Một người lái xuồng máy dự định mở máy cho xuồng chạy ngang con sông rộng 320 m, mũi xuồng luôn luôn vuông góc với bờ sông. Nhưng do nước chảy nên xuồng sang đến bờ bên kia tại một điểm cách bến dự định 240 m và mất 100 s. Xác định vận tốc của xuồng so với dòng sông.

Bài 5.4: Một hành khách ngồi trên một toa xe lửa đang chuyển động với vận tốc 45 km/h, quan sát qua cửa sổ toa xe thấy một xe lửa thứ hai đang chạy song song, ngược chiều qua trước mặt mình trong thời gian 12 s và một xe lửa thứ ba chạy song song cùng chiều qua trước mặt mình trong thời gian 72 s. Biết xe lửa thứ hai và thứ ba có cùng chiều dài. Vận tốc của xe thứ hai lớn hơn vận tốc xe thứ ba là 15 km/h. Vận tốc xe thứ ba nhỏ hơn vận tốc xe thứ nhất.

a. Tính vận tốc của xe lửa thứ hai và thứ ba.

b. Tính chiều dài của xe lửa thứ hai và thứ ba.

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP ÁN PHẦN I – CƠ HỌC

CHƯƠNG I – ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM

CHỦ ĐỀ I – CHUYỂN ĐỘNG THẲNG ĐỀU

Bài 1.1:

a. Thời gian máy bay bay từ sân bay Tân Sơn Nhất đến sân bay Nội Bài là:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{1250}{500} = 2,5 \text{ h}$$

b. Để thời gian bay giảm đi 30 phút thì:

$$t' = t - 0,5 = 2 \text{ h}$$

Vận tốc máy bay khi đó là:

$$v' = \frac{s}{t'} = \frac{1250}{2} = 625 \text{ km/h}$$

Vận tốc của máy bay phải tăng thêm là:

$$\Delta v = v' - v = 625 - 500 = 125 \text{ km/h}$$

Đáp số: a. t = 2,5h; b. Δv = 125 km/h

Bài 1.2:

$t_o = 5$ h; $x_{0A} = x_o = 0$; $x_{OB} = x_o' = 198$ km; $v_1 = 45$ km/h; $v_2 = -54$ km/h

a. Ta có:

Phương trình tọa độ – thời gian của ô tô:

$$x_1 = x_0 + v_1(t - t_0)$$

$\Rightarrow x_1 = 45\ (t - 5)$ (km); điều kiện $t \geq 5$ h (1)

Phương trình tọa độ – thời gian của xe tải:

$$x_2 = x_o' + v_2(t - t_0)$$

$$\Rightarrow x_2 = 198 - 54\ (t - 5)\ \text{(km)}$$

$\Rightarrow x_2 = 468 - 54\ t$; Điều kiện $t \geq 5$ h (2)

b. Vị trí và thời điểm hai xe gặp nhau:

$x_1 = x_2 = x;\ t_1 = t_2 = t$ (3)

Thế vào (3) vào (1) và (2) ta có:

$$45\ (t - 5) = 468 - 54\ t$$

Thời điểm hai xe gặp nhau $\Rightarrow t = 7$ h

Vị trí hai xe gặp nhau cách A:

$$x_1 = 45\ .\ (7 - 5) = 90\ \text{km}$$

Đáp số: a. $x_1 = 45(t - 5)$ ***(km);*** $x_2 = 468 - 60t$ ***(km);*** $t \geq 5$ ***h***

c. $x = 90$ ***km;*** $t = 7$ ***h***

Bài 1.3:

$v_1 = 15$ km/h; AB = 20 km; $\Delta t_1 = 30$ phút $= \frac{1}{2}$ h; $\Delta t_2 = 10$ phút $= \frac{1}{6}$ h

a. Thời gian Tùng đi trên đoạn đường AB:

$$t_1 = \frac{AB}{v_1} = \frac{20}{15} = \frac{4}{3}\text{h}$$

Thời gian Tuấn đi trên đoạn đường AB:

$$t_2 = t_1 - \Delta t_1 + \Delta t_2 = \frac{4}{3} - \frac{1}{2} + \frac{1}{6} = 1\text{h}$$

Vận tốc của Tuấn trên đoạn đường AB là:

$$v_2 = \frac{AB}{t_2} = 20\ \text{km/h}$$

b. Để tới được B cùng lúc với Tùng thì thời gian Tuấn đi trên đường AB là:

$$t = t_1 - \Delta t_1 = \frac{4}{3} - \frac{1}{2} = \frac{5}{6}\text{h}$$

Vận tốc Tuấn phải đi là:

$$v = \frac{AB}{t} = \frac{20}{\frac{5}{6}} = 24\ \text{km/h}$$

Đáp số : a. $v_2 = 20$ ***km/h ; b.*** $v = 24$ ***km/h***

Bài 1.4:

$$s = 765\ \text{m}\ ;\ t = 3\ \text{s}\ ;\ v_2 = 340\ \text{m/s}$$

Thời gian từ lúc đạn trúng bia tới lúc người bắn nghe thấy tiếng nổ là:

$$t_2 = \frac{s}{v_2} = \frac{765}{340} = 2{,}25\ \text{s}$$

Thời gian từ lúc bắn tới lúc viên đạn trúng bia là :

$$t_1 = t - t_2 = 3 - 2{,}25 = 0{,}75 \text{ s}$$

Vận tốc của viên đạn là :

$$v_1 = \frac{s}{t_1} = \frac{765}{0{,}75} = 1\,020 \text{ m/s}$$

Đáp số: $t_1 = 0{,}75$ s ; $v_1 = 1\,020$ m/s

Bài 1.5:

$$s = 30 \text{ km} ;\ s_1 = s_2 = \frac{s}{2} ;\ v_2 = \frac{3v_1}{4},\ t = 45 \text{ phút} = 0{,}75 \text{ h}$$

Thời gian người đó đi trong nửa đầu quãng đường là:

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{s}{2v_1}$$

Thời gian người đó đi trong nửa sau quãng đường là:

$$t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{2s}{3v_1}$$

Thời gian người đó đi từ Tp Hồ Chí Minh đến Long An là:

$$t = t_1 + t_2 = \frac{s}{2v_1} + \frac{2s}{3v_1} = \frac{7s}{6v_1} = 0{,}75$$

Vận tốc người đó đi trong nửa quãng đường đầu là:

$$v_1 = \frac{7s}{6.0{,}75} = \frac{7.30}{4{,}5} = 56 \text{ km/h}$$

Vận tốc người đó đi trong nửa quãng đường sau là:

$$v_2 = \frac{3v_1}{4} = \frac{3.56}{4} = 42 \text{ km/h}$$

Đáp số : $v_1 = 56$ km/h ; $v_2 = 42$ km/h

Bài 1.6:

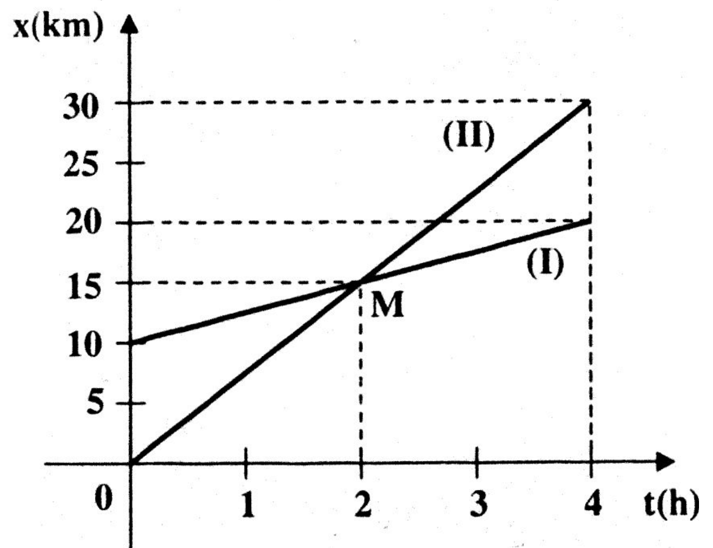
a. Từ đồ thị hình 1.6 ta có:

$x_{0A} = 10$ km; $x_{0B} = 0$

$t_{0A} = t_{0B} = 0$

⇒ Hai vật A, B khởi hành cùng lúc nhưng không cùng một địa điểm.

b. Vì đồ thị (x,t) của hai vật là đường thẳng nên hai vật đó chuyển động thẳng đều.



Hình 1.6

Vận tốc của vật A là : $v_A = \frac{x_A - x_{0A}}{t_A - t_{0A}} = \frac{20 - 10}{4 - 0} = 2,5$ km/h

Vận tốc của vật B là :

$$v_B = \frac{x_B - x_{0B}}{t_B - t_{0B}} = \frac{30 - 0}{4 - 0} = 7,5 \text{ km/h}$$

c. Từ đồ thị 1.6 ta thấy sau 2 h vật B đuổi kịp vật A.

d. Quãng đường vật A đi được từ lúc khởi hành tới lúc gặp vật B là :

$$s_1' = x_M - x_{0A} = 15 - 10 = 5 \text{ km}$$

Quãng đường người đi xe đạp đi được từ lúc khởi hành tới lúc gặp người đi bộ là :

$$s_2' = x_M - x_{0B} = 15 - 0 = 15 \text{ km}$$

Đáp số : b) v_A =2, 5 km/h ; v_B = 15 km/h
c) t = 2h; d) s'_1 = 5 km ; s'_2 = 15 km

Bài 1.7:

$$AB = 300 \text{ km}; x_{01} = 0; x_{02} = 300 \text{ km}$$

$$t_{01} = 6 \text{ h}; v_1 = 45 \text{ km/h}; t_{02} = t_{01} + 0,5 = 6,5 \text{ h}; t_1 = t_2 = 9h30 = 9,5 \text{ h}$$

a. Phương trình chuyển động của xe máy đi từ A:

$$x_1 = x_{01} + v_1.(t - t_{01})$$

$$\Rightarrow x_1 = 45.(t - 6) \quad (1)$$

Phương trình chuyển động của ô tô đi từ B:

$$x_2 = x_{02} + v_2.(t - t_{02})$$

$$\Rightarrow x_2 = 300 + v_2.(t - 6,5) \quad (2)$$

Lúc hai xe gặp nhau:

$$t_1 = t_2 = t = 9,5 \text{ h}; x_1 = x_2$$

Từ (1) và (2) ta thu được:

$$45.(t - 6) = 300 + v_2.(t - 6,5)$$

$$\Rightarrow 45 . (9,5 - 6) = 300 + v_2 . (9,5 - 6,5)$$

Vận tốc xe ô tô đi từ B:

$$v_2 = -47,5 \text{ km/h}$$

b. Tọa độ lúc hai xe gặp nhau:

$$x = x_2 = x_1 = 45.(9,5 - 6) = 157,5 \text{ km}$$

Đáp số: a. v_2 = – 47,5 km/h; b. x = 157,5 km

Bài 1.8:

a. Lấy gốc tọa độ ở A, gốc thời gian là lúc xuất phát, ta có:

$$x_{0A} = 0; x_{0B} = 20 \text{ km}; t_0 = 0$$

Công thức tính đường đi của xe đi từ A:

$$s_A = x_A - x_{0A} = v_A.t = 80t \text{ (km)}$$

Phương trình tọa độ – thời gian của xe đi từ A:

$$x_A = x_{oA} + v_A.t = 60t \text{ (km)}$$

Công thức tính đường đi của xe đi từ B:

$$s_B = x_B - x_{oB} = v_B.t = 53\frac{1}{3}t \text{ (km)}$$

Phương trình tọa độ – thời gian của xe đi từ B:

$$x_B = x_{oB} + v_B.t = 20 + 53\frac{1}{3}t \text{ (km)}$$

b. Vẽ đồ thị tọa độ – thời gian của hai xe trên hình 2.3.

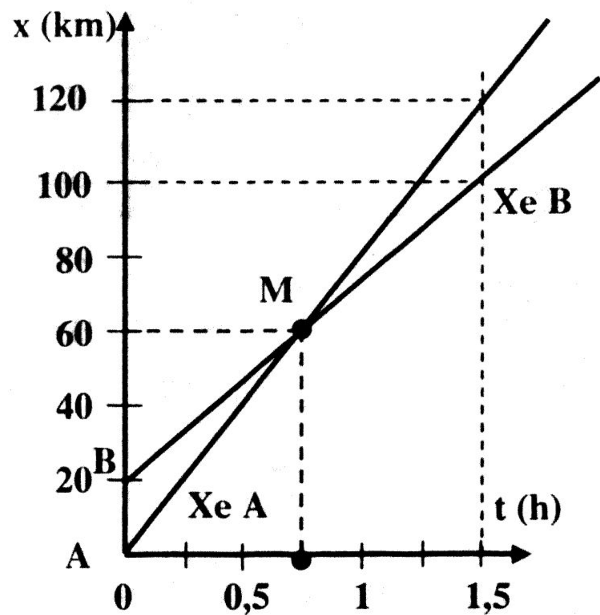
c. Vị trí và thời điểm mà xe A đuổi kịp xe B là:

$$x_A = x_B$$

$$80t_M = 20 + 53\frac{1}{3}t_M$$

$$\Rightarrow t_M = 0,75 \text{ h}$$

$$x_M = 80t_M = 80 \,.\, 0,75 = 60 \text{ km}$$



Hình 2.3

Đáp số: c. $t_M = 0,75$ h; $x_M = 60$ km

CHỦ ĐỀ II – CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

Bài 2.1:

a. Từ phương trình chuyển động:

$$x = x_0 + v_0t + \frac{at^2}{2}$$

và phương trình:

$$x = 3 - \frac{1}{3}t + \frac{2}{3}t^2 \text{ (m; s)}$$

Ta suy ra:

$$x_0 = 3 \text{ m}; \; v_0 = -\frac{1}{3} \text{ m/s}; \; a = \frac{4}{3} \text{ m/s}^2$$

Biểu thức vận tốc của vật:

$$v = v_0 + at = -\frac{1}{3} + \frac{4}{3}t \text{ (m/s)}$$

b. Vận tốc của vật ở thời điểm t = 7 s:

$$v_7 = -\frac{1}{3} + \frac{4}{3}.7 = 9 \text{ m/s}$$

c. Toạ độ của vật ở thời điểm t = 6 s:

$$x_6 = 3 - \frac{1}{3}t + \frac{2t^2}{3} = 3 - \frac{1}{3}.6 + \frac{2.6^2}{3} = 25 \text{ m}$$

Quãng đường vật đi được trong 6 s đầu tiên:

$$s = x_6 - x_0 = 25 - 3 = 22 \text{ m}$$

Đáp số: ***a)*** $v = -\frac{1}{3} + \frac{4}{3}t$ ***(m/s); c)*** $v_7 = 9$ ***m/s;*** $x_6 = 25$ ***m;*** $s = 22$ ***m***

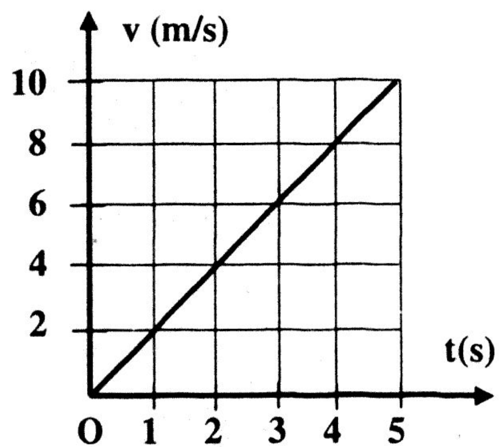
Bài 2.2:

a. Phương trình vận tốc:

$$v = v_o + at = 2t \text{ (m/s)} \quad (1)$$

Đồ thị vận tốc của vật như hình 2.4.

Tính chất chuyển động: chuyển động nhanh dần đều.



Hình 2.4

b. Phương trình chuyển động của vật:

$$x = x_o + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Với $x_0 = 0$; $v_0 = 0$; $a = 2 \text{ m/s}^2$

$\Rightarrow x = t^2$ (m; s) (2)

c. Khi t = 20 s:

Từ (1) suy ra vận tốc của vật là:

$v_{20} = 2t = 2 . 20 = 40$ m/s

Từ (2) suy ra tọa độ của vật là:

$$x_{20} = t^2 = 20^2 = 400 \text{ m}$$

Đáp số: a. $v = 2t$ ***(m/s); b.*** $x = t^2$***; c*** $v_{20} = 40$ ***m/s;*** $x_{20} = 400$ ***m***

Bài 2.3:

a. Ta có phương trình phương trình vận tốc là:

$$v = v_o + at \quad (1)$$

Phương trình chuyển động của chất điểm cho trong bài là:

$$v = 10 + 5t \text{ (m/s)} \quad (2)$$

So sánh giữa (1) và (2), ta xác định được gia tốc của chất điểm là:

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

Vận tốc của chất điểm lúc t = 4 s: $v_4 = 10 + 5 . 4 = 30$ m/s

b. Vận tốc của chất điểm lúc t = 6 s: $v_6 = 10 + 5 . 6 = 40$ m/s

Vận tốc thay đổi tuyến tính theo thời gian nên vận tốc trung bình của chất điểm trong khoảng thời gian từ $t_1 = 4$ s đến $t_2 = 6$ s là:

$$v = \frac{v_4 + v_6}{2} = \frac{30 + 40}{2} = 35 \text{ m/s}$$

Đáp số: a) $a = 5$ ***m/s²;*** $v_4 = 30$ ***m/s; b)*** $v_{TB} = 35$ ***m/s***

Bài 2.4:

$v_o = 21,6$ km/h $= 6$ m/s; $a = 0,5$ m/s^2; $v = 43,5$ km/h $= 12$ m/s

a. Áp dụng công thức:

$$v^2 - v_o^2 = 2al$$

Chiều dài dốc:

$$l = \frac{v^2 - v_o^2}{2a} = \frac{12^2 - 6^2}{2.0,5} = 108 \text{ m}$$

b. Thời gian đi hết dốc:

$$v = v_o + at$$

$$t = \frac{v - v_o}{a} = \frac{12 - 6}{0,5} = 12 \text{ s}$$

Đáp số: a) l = 108 m; b) t = 12 s

Bài 2.5:

$v_1 = 25,2$ km/h $= 7$ m/s; $a = 2$ m/s^2

$t = 0$: $x_{01} = x_{02} = 0$; $v_{02} = 0$

a. Phương trình chuyển động của ca nô:

$$x_1 = v_1t = 7t \text{ (m;s)}$$

Phương trình chuyển động của tàu thủy:

$$x_2 = v_{02}t + \frac{at^2}{2} = t^2 \text{ (m; s)}$$

Phương trình vận tốc của tàu thủy:

$$v_2 = v_{02} + at = 2t \text{ (m/s)}$$

Điều kiện để tàu thủy đuổi kịp ca nô:

$$x_2 = x_1$$

$$\Rightarrow t^2 = 7t$$

$\Rightarrow t = 0$ là lúc tàu thủy xuất phát (loại); $t = 7$ s (nhận)

b. Vận tốc của tàu thủy lúc nó gặp ca nô là:

$$v_2 = 2 . 7 = 14 \text{ m/s}$$

Tọa độ lúc chúng lúc gặp nhau là:

$$x = x_2 = x_1 = 7t = 7 . 7 = 49 \text{ m}$$

Đáp số: a) t = 7 s; b) v_2 = 14 m/s; x = 49 m

Bài 2.6:

Áp dụng công thức:

$$s = \frac{at^2}{2}$$

Quãng đường vật đi được trong giây thứ nhất:

$$l_1 = s_1 = \frac{at_1^2}{2} = \frac{a}{2}$$

Quãng đường vật đi được trong hai giây đầu:

$$s_2 = \frac{at_2^2}{2} = 2a$$

Quãng đường vật đi được trong giây thứ hai:

$$l_2 = s_2 - s_1 = 2a - \frac{a}{2} = \frac{3a}{2}$$

Quãng đường vật đi được trong ba giây đầu:

$$s_3 = \frac{at_3^2}{2} = 4,5a$$

Quãng đường vật đi được trong giây thứ ba:

$$l_3 = s_3 - s_2 = 4,5a - 2a = \frac{5a}{2}$$

$$\Rightarrow l_1 : l_2 : l_3 = 1 : 3 : 5$$ ***(ĐPCM)***

Bài 2.7:

Đồ thị cho thấy vận tốc của người đi xe máy cho thấy:

- Trong chặng đầu tiên xe máy chuyển động thẳng nhanh dần đều với gia tốc: $a_1 = \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} = \frac{15-0}{10-0} = 1,5 \text{ m/s}^2$

  với vận tốc đầu $v_0 = 0$, thời gian $t_1 = 10$ s.

  Quãng đường người đó đi được trong chặng đầu là:

$$s_1 = v_0t_1 + \frac{a_1t_1^2}{2} = \frac{a_1t_1^2}{2} = \frac{1,5.10^2}{2} = 75 \text{ m}$$

- Trong chặng giữa xe máy chuyển động thẳng đều với vận tốc không đổi:

$$v_2 = v_1 = 15 \text{ m/s}$$

  Gia tốc:

$$a_2 = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = 0$$

  Thời gian $\Delta t' = t_2 - t_1 = 100 - 10 = 90$ s

  Quãng đường người đó đi được trong chặng giữa là:

$$s_2 = v_2\Delta t' = 15 . 90 = 1350 \text{ m}$$

- Trong chặng cuối xe máy chuyển động thẳng chậm dần đều và dừng lại với gia tốc: $a_3 = \frac{v_3 - v_2}{t_3 - t_2} = \frac{0-15}{120-100} = -0,75 \text{ m/s}^2$

  Vận tốc đầu $v_{03} = v_2 = 15$ m/s

  Thời gian $\Delta t'' = t_3 - t_2 = 120 - 100 = 20$ s

  Quãng đường người đó đi được trong chặng cuối là:

$$s_3 = v_{03}\Delta t'' + \frac{a_3\Delta t''^2}{2} = 15 . 20 - \frac{0,75.20^2}{2} = 150 \text{ m}$$

Đáp số: $a_1 = 1,5 \text{ m/s}^2; s_1 = 75 \text{ m}; a_2 = 0; s_2 = 1350 \text{ m}; v_2 = 15 \text{ m/s}$

$a_3 = -0,75 \text{ m/s}^2; s_3 = 150 \text{ m}$

Bài 2.8:

$$h = 200\ m;\ t_0 = 0;\ v_0 = 0;\ h_1 = \frac{h}{4} = 50\ m;\ a_1 = 0,2\ m/s^2$$

$$h_2 = \frac{h}{2} = 100\ m;\ a_2 = 0;\ h_3 = \frac{h}{4} = 50\ m;\ a_3 < 0;\ v_3 = 0$$

a. Theo đề bài:

- Trong chặng đầu thang máy chuyển động nhanh dần đều với phương trình:

$$h_1 = v_0t_1 + \frac{a_1t_1^2}{2} = \frac{a_1t_1^2}{2}$$

$\Rightarrow$ Thời gian thang máy đi chặng đầu tiên là:

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{a_1}} = \sqrt{\frac{2.50}{0,25}} = 20\ s$$

Vận tốc của thang máy khi kết thúc chặng đầu là:

$$v_1 = v_0 + a_1t_1 = 0,25\ .\ 20 = 5\ m/s$$

- Trong chặng giữa thang máy chuyển động đều với phương trình:

$$h_2 = v_2t_2$$

trong đó: $v_2 = v_1 = 5\ m/s$

$\Rightarrow$ Thời gian thang máy đi chặng giữa là:

$$t_2 = \frac{h_2}{v_2} = \frac{100}{5} = 20\ s$$

- Trong chặng cuối thang máy chuyển độ chậm dần đều và dừng lại. Vận tốc của thang máy ở đầu chặng cuối là $v_{03} = v_2 = 5\ m/s$ và cuối chặng này là $v_3 = 0$. Áp dụng công thức:

$$v_3^2 - v_{03}^2 = 2a_3h_3$$

Gia tốc của thang máy ở đoạn cuối quãng đường là:

$$a_3 = -\frac{v_{03}^2}{2h_3} = -\frac{5^2}{2.50} = -0,25\ m/s^2$$

Áp dụng công thức:

$$v_3 = v_{03} + a_3t_3 = 0$$

$\Rightarrow$ Thời gian thang máy đi chặng cuối là:

$$t_3 = -\frac{v_{03}}{a_3} = -\frac{5}{-0,25} = 20\ s$$

Thời gian thang máy đi từ đáy giếng mỏ tới mặt đất là:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = 60\ s$$

b. Vận tốc lớn nhất mà thang máy có thể đạt được trong quá trình chuyển động là:

$$v_{max} = v_1 = v_2 = v_{03} = 5\ m/s$$

Đáp số: a) $a_3 = -0,25\ m/s^2$; $t = 60\ s$; b) $v_{max} = 5\ m/s$

Bài 2.9:

Đặt thời điểm bắt đầu phóng là: $t_0 = 0$; $v_0 = 0$

Thời điểm tàu vũ trụ đạt tốc độ 7,9 km/s là t_1, theo đề bài ta có:

$$t_1 = 2 \text{ phút } 38s = 158 \text{ s}; \; v_1 = 7,9 \text{ km/s} = 7\,900 \text{ m/s}$$

Áp dụng công thức:

$$v_1 = v_0 + at_1 = at_1$$

Gia tốc của tàu vũ trụ là:

$$\Leftrightarrow a = \frac{v_1}{t} = \frac{7900}{158} = 50 \text{ m/s}^2$$

Đáp số: a = 50 m/s²

Bài 2.10:

$$\alpha = 30^0 \; ; \; v_o = 5 \text{ m/s}; \; a = -0,4 \text{ m/s}^2; \; v_1 = 2,6 \text{ m/s}$$

a. Áp dụng công thức:

$$v_1 = v_o + at_1$$

Thời gian để viên bi đạt vận tốc v_1 = 2,6 m/s là:

$$t_1 = \frac{v_1 - v_0}{a} = \frac{2,6-5}{-0,4} = 6 \text{ s}$$

b. Quãng đường lớn nhất mà viên bi đạt được là khi v = 0. Áp dụng công thức:

$$v^2 - v_0^2 = 2as$$

$$\Rightarrow s_{max} = -\frac{v_0^2}{2a} = -\frac{5^2}{2.0,4} = 31,25 \text{ m}$$

Độ cao lớn nhất mà viên bi đạt được là:

$$h_{max} = s_{max}.\sin\alpha = 31,25 \;.\; \sin 30^0 = 15,625 \text{ m}$$

Đáp số: a) t_1 = 6 s; b) h_{max} = 15,625 m

Bài 2.11:

$$v_0 = 14,4 \text{ km/h} = 4 \text{ m/s}; \; \Delta s_5 = s_5 - s_4 = 17,5 \text{ m}; \quad t_{15} = 15 \text{ s}$$

a. Quãng đường xe đi được trong 4 s đầu tiên là:

$$s_4 = v_0 t_4 + \frac{at_4^2}{2}$$

Quãng đường xe đi được trong 5 s đầu tiên là:

$$s_5 = v_0 t_5 + \frac{at_5^2}{2}$$

Quãng đường xe đi được trong giây thứ năm là:

$$\Delta s_5 = s_5 - s_4 = v_0(t_5 - t_4) + \frac{a(t_5^2 - t_4^2)}{2}$$

$$\Rightarrow \Delta s_5 = (6-5)v_0 + \frac{a(5^2 - 4^2)}{2}$$

$$\Rightarrow \Delta s_5 = v_0 + 4,5a = 4 + 4,5a = 17,5$$

Gia tốc của xe là:

$$a = 3\ m/s^2$$

b. Quãng đường xe đi được trong 15 s đầu tiên là:

$$s_{15} = v_0t_{15} + \frac{at_{15}^2}{2}$$

$$\Rightarrow s_{15} = 4\ .\ 15 + \frac{3.15^2}{2} = 397,5\ m$$

Đáp số: a) $a = 3\ m/s^2$; b) $s_{15} = 397,5\ m$

CHỦ ĐỀ III – SỰ RƠI TỰ DO

Bài 3.1:

Gọi t = thời gian vật rơi từ độ cao h xuống đến đất.
h' = quãng đường vật rơi được trong thời gian (t – 2) giây đầu tiên.

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$h' = \frac{1}{2}g(t-2)^2$$

Quãng đường vật rơi trong hai giây cuối cùng trước khi chạm đất là:

$$\Delta h = h - h' = \frac{1}{2}g[\,t^2 - (t-2)^2] = 40\ m$$

$$\Rightarrow (t-1) = 2$$

Thời gian rơi của vật

$$t = 3\ s$$

Độ cao h:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = 5t^2 = 5\ .\ 3^2 = 45\ m$$

Vận tốc của vật lúc chạm đất:

$$v = gt = 10\ .\ 3 = 30\ m/s$$

Đáp số: a) $t = 3\ s$; $h = 45\ m$; b) $v = 30\ m/s$

Bài 3.2:

a. Chọn gốc tọa độ ở mặt đất, gốc thời gian là lúc ném vật, trục Oy thẳng đứng chiều dương hướng lên; vận tốc lúc vật đạt độ cao cực đại là v_1, vận tốc lúc vật chạm đất là v_2. Nếu bỏ qua sức cản không khí thì thời gian ném vật từ mặt đất lên độ cao h bằng thời gian vật rơi từ độ cao đó xuống mặt đất $t_2 = t_1$

Mặt khác:

$$v_0 = 10\ m/s$$

$$v_2 = -v_0 = -10\ m/s;\ v_1 = 0$$

Ta có:

$$v_1 = v_0 - gt_1$$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{v_0 - v}{g} = \frac{10-0}{10} = 1 \text{ s}$$

Thời gian từ lúc ném đến lúc vật chạm đất là:

$$t = t_1 + t_2 = 2t_1 = 2 \text{ s}$$

b. Độ cao cực đại vật đạt được là:

$$v_1^2 - v_0^2 = -2gh_{max}$$

$$\Rightarrow h_{max} = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2g} = \frac{10^2 - 0^2}{2.10} = 5 \text{ m}$$

c. Vận tốc v_2 khi chạm đất:

$$v = -v_o = -10 \text{ m/s}$$

Đáp số: a) $t = 2$ s; b) $h_{max} = 5$ m; c) $v_2 = -10$ m/s

Bài 3.3:

a. Gọi t = thời gian vật rơi từ độ cao h xuống đến đất.

h_3' = quãng đường vật rơi được trong thời gian (t – 3) giây đầu tiên.

h_6 = thời gian vật rơi trong 6 s đầu tiên.

Ta có:

$$h_6 = \frac{1}{2}gt_6^2 = \frac{1}{2}.10.6^2 = 180 \text{ m}$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$h_3' = \frac{1}{2}g(t-3)^2$$

$$h_{3cuối} = \Delta h = h - h_3' = \frac{1}{2}g[t^2 - (t-3)^2]$$

$$\Rightarrow h_{3cuối} = 15(2t - 3) \qquad (1)$$

Theo đề bài:

$$h_{3cuối} = h_6 = 180 \text{ m} \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra:

$$\Rightarrow 15(2t - 3) = 180$$

Thời gian rơi của vật:

$$t = 7{,}5 \text{ s}$$

Độ cao h:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = 5t^2 = 5.7{,}5^2 = 281{,}25 \text{ m}$$

b. Vận tốc của vật lúc chạm đất:

$$v = gt = 10.7{,}5 = 75 \text{ m/s}$$

Đáp số: a) $t = 7{,}5$ s; $h = 281{,}25$ m; b) $v = 75$ m/s

Bài 3.4:

Áp dụng công thức:

$$h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2;\ h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2$$

$$\Delta t = t_1 - t_2 = 1,5$$

- Khi viên bi thứ nhất rơi được thời gian $t_1 = 3,5$ s, thì viên thứ hai rơi được thời gian:

$$t_2 = t_1 - \Delta t = 3,5 - 1,5 = 2 \text{ s}$$

Khoảng cách giữa hai viên bi khi viên thứ nhất rơi được 1 s:

$$\Delta h = h_1 - h_2 = \frac{1}{2}g(t_1^2 - t_2^2) = \frac{1}{2}.\ 10\ .\ (3,5^2 - 2^2) = 41,25 \text{ m}$$

Đáp số: $\Delta h = 41,25$ m

Bài 3.5:

$$t = t_{ném} + t_{rơi} = 20 \text{ s}$$

a. Nếu bỏ qua sức cản của không khí thì thời gian viên đạn đi lên và thời gian rơi xuống bằng nhau; vận tốc ném lên và vận tốc lúc chạm đất bằng nhau.

$$t_1 = t_{ném} = t_{rơi} = \frac{t}{2} = 10 \text{ s}$$

$$v_{cđ} = v_o$$

Áp dụng công thức: $h = \frac{1}{2}gt^2$

Độ cao lớn nhất mà viên đạn đạt được là:

$$h = \frac{1}{2}gt_1^2 = \frac{1}{2}.10\ .\ 10^2 = 500 \text{ m}$$

b. Vận tốc v_0:

$$v_o = v_{cđ} = gt_1 = 10\ .\ 10 = 100 \text{ m/s}$$

Đáp số: a) h = 500 m; b) v = 100 m/s

Bài 3.6:

a. Gọi h_3 = quãng đường vật rơi được trong thời gian 3 giây đầu tiên, ta có:

$$h_3 = \frac{1}{2}gt_3^2 = 5\ .\ 3^2 = 45 \text{ m}$$

b. Gọi h_2 = quãng đường vật rơi được trong thời gian 2 giây đầu tiên, ta có:

$$h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2 = 5\ .\ 2^2 = 20 \text{ m}$$

Quãng đường vật rơi trong giây thứ ba là:

$$\Delta h = h_3 - h_2 = 455 - 20 = 25 \text{ m}$$

Đáp số: a) $h_5 = 45$ m; b) $\Delta h = 25$ m

Bài 3.7:

a. Gọi t_1 = thời gian vật rơi h_1 = 1 m đầu tiên. Ta có:

$$h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2 = 5t_1^2 = 1 \text{ m}$$

$$\Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0{,}45 \text{ s}$$

b. Gọi t_2 = thời gian vật rơi $h_2 = (h - 1) = 50 - 1 = 49$ m đầu tiên. Ta có:

$$h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2 = 5t_2^2 = 49 \text{ m}$$

$$\Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} = \sqrt{\frac{2.49}{10}} = 3{,}13 \text{ s}$$

Gọi t = thời gian vật rơi từ độ cao h = 50 m xuống đất. Ta có:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = 5t^2 = 50 \text{ m}$$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2.50}{10}} = 3{,}16 \text{ s}$$

Thời gian vật rơi được một mét cuối:

$$\Delta t = t - t_2 = 3{,}16 - 3{,}13 = 0{,}03 \text{ s}$$

Đáp số: a) $t_1 = 0{,}45$ ***s; b)*** $\Delta t = 0{,}03$ ***s***

Bài 3.8:

$$h = 180 \text{ m}; t_2 = t_1 - 1$$

Chọn trục tọa độ thẳng đứng, gốc O là vị trí thả vật thứ nhất, chiều dương là chiều hướng xuống, gốc thời gian là lúc thả vật thứ nhất.

Phương trình chuyển động của vật thứ nhất là:

$$y_1 = \frac{gt_1^2}{2} \quad (1)$$

Phương trình chuyển động của vật thứ hai là:

$$y_2 = v_0t_2 + \frac{gt_2^2}{2} \quad (2)$$

Khi chạm đất $y_1 = h = 180$ m. Thời gian vật thứ nhất rơi là:

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2.180}{10}} = 6 \text{ s}$$

Thời gian vật thứ hai từ lúc ném tới lúc chạm đất là:

$$t_2 = t_1 - 1 = 5 \text{ s}$$

Khi vật thứ hai chạm đất tọa độ của nó là $y_2 = h = 180$ m. Thế vào phương trình (2) ta có:

$$y_2 = 5v_0 + \frac{10.5^2}{2} = 180 \Rightarrow v_0 = 11 \text{ m/s}$$

Vận tốc vật thứ nhất lúc chạm đất là:

$$v_1 = gt_1 = 10 . 6 = 60 \text{ m/s}$$

Vận tốc vật thứ hai lúc chạm đất là:

$$v_2 = v_0 + gt_2 = 11 + 10 . 5 = 61 \text{ m/s}$$

Đáp số: ***$v_0 = 11$ m/s; $v_1 = 60$ m/s; $v_2 = 61$ m/s***

CHỦ ĐỀ IV – CHUYỂN ĐỘNG TRÒN ĐỀU

Bài 4.1:

d = 700 mm ⇒ R = 350 mm = 0,35 m; v = 12,6 km/h = 3,5 m/s

Tốc độ góc của đầu van là:

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{3,5}{0,35} = 10 \text{ rad/s}$$

Chu kì quay của đầu van là:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10} = \frac{\pi}{5} \text{ s}$$

Tần số của đầu van là:

$$f = \frac{1}{T} = 1,59 \text{ Hz}$$

Đáp số: ***$\omega = 10$ rad/s; $T = \frac{\pi}{5}$ s; $f = 1,59$ Hz***

Bài 4.2:

Gia tốc hướng tâm:

$$a_{ht} = \frac{v^2}{r} = \frac{10^2}{5} = 20 \text{ m/s}^2$$

Đáp số: ***$a_{ht} = 20$ m/s^2***

Bài 4.3:

Gọi R_1, v_1, T_1 lần lượt là chiều dài kim giây, vận tốc dài và chu kì của đầu kim giây.

Gọi R_2, v_2, T_2 lần lượt là chiều dài kim giờ, vận tốc dài và chu kì của đầu kim giờ.

Ta có: $R_1 = 1,5R_2$

$T_1 = 1$ phút = 60 s; $T_2 = 12$ h = 12. 3600 s = 43 200 s

Vận tốc dài của đầu kim giây và kim giờ được tính bởi công thức:

$$v_1 = \frac{2\pi R_1}{T_1}; \; v_2 = \frac{2\pi R_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{R_1}{R_2} . \frac{T_2}{T_1} = 1,5 . \frac{43200}{60} = 1080$$

Đáp số: ***$\frac{v_1}{v_2} = 1080$***

Bài 4.4:

$$\varphi_M = 45^o, \varphi_N = 0^o \; R = 6400 \text{ km}$$

Khi Trái Đất quay quanh trục của nó thì mỗi điểm nằm trên trái đất sẽ vạch nên một quĩ đạo tròn nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục Trái Đất, có bán kính:

$$r = OM' = OM.\cos\varphi = R.\cos\varphi$$

Bán kính quĩ đạo của tàu thủy neo tại một điểm M trên đường vĩ tuyến 45^o là:

$$r_M = 6\,400.\cos45^o = 3\,200\sqrt{2} \text{ km}$$

Bán kính quĩ đạo của tàu thủy neo tại một điểm N trên đường xích đạo là:

$$r_N = R = 6400 \text{ km}$$

Khi Trái Đất tự quay một vòng xung quanh nó hết thời gian là một ngày thì tất cả các điểm trên Trái Đất cũng quay được một vòng. Vậy chu kì quay của cả hai tàu thủy trùng với chu kì quay của Trái Đất và bằng:

$$T_M = T_N = T = 1 \text{ ngày}$$

Vận tốc góc của tàu thủy neo tại một điểm M trên đường vĩ tuyến 45^o và của tàu thủy neo tại một điểm N trên đường xích đạo quay quanh trục Trái Đất đều bằng nhau và bằng:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Gia tốc hướng tâm của tàu thủy neo tại một điểm M trên đường vĩ tuyến 45^o là:

$$a_M = r_M\omega^2$$

Gia tốc hướng tâm của tàu thủy neo tại một điểm N trên đường xích đạo là:

$$a_N = r_N\omega^2$$

$$\Rightarrow \frac{a_M}{a_N} = \frac{r_M}{r_N} = \frac{3200\sqrt{2}}{6400} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

Đáp số: $\frac{a_M}{a_N} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

Bài 4.5:

$$R = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}; T = 4\text{s}; OA = R; OB = \frac{R}{2}$$

Ta có:

$$T_A = T_B = T = 4 \text{ s}$$

$$\Rightarrow \omega_A = \omega_B = \omega = \frac{2\pi}{T} = 0,5\pi \text{ rad/s}$$

Mặt khác:

$$v_A = R_A\omega_A = R\omega = 0,5\pi = 1,57 \text{ m/s}$$

$$v_B = R_B\omega_B = \frac{R}{2}\omega = 0,785 \text{ m/s}$$

Đáp số: $\omega_A = \omega_B = \omega = \frac{2\pi}{T} = 0,5\pi$ ***rad/s;*** $v_A = 1,57$ ***m/s;*** $v_B = 0,785$ ***m/s***

CHỦ ĐỀ V – TÍNH TƯƠNG ĐỐI CỦA CHUYỂN ĐỘNG

Bài 5.1:

$$v_A = 45 \text{ km/h};\ v_B = 50 \text{ km/h};\ \vec{v}_A \uparrow\uparrow \vec{v}_B$$

Ta có:

$$\vec{v}_B = \vec{V}_{BA} + \vec{v}_A$$

$$\Rightarrow \vec{V}_{BA} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$$

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của hai ô tô.

Vì: $\vec{v}_A \uparrow\uparrow \vec{v}_B$ nên:

$$V_{BA} = v_B - v_A = 50 - 45 = 5 \text{ km/h}$$

Tương tự

$$\vec{v}_A = \vec{V}_{AB} + \vec{v}_B$$

$$\Rightarrow \vec{V}_{AB} = \vec{v}_A - \vec{v}_B$$

Vì: $\vec{v}_A \uparrow\uparrow \vec{v}_B$ nên:

$$V_{AB} = v_A - v_B = 45 - 50 = -5 \text{ km/h}$$

Đáp số: $V_{BA} = 5$ ***km/h;*** $V_{AB} = -5$ ***km/h***

Bài 5.2:

Hướng dẫn giải

$$v_A = 24 \text{ km/h};\ v_B = 8 \text{ km/h};\ \vec{v}_A \uparrow\downarrow \vec{v}_B$$

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của B. Ta có:

$$\vec{v}_B = \vec{V}_{BA} + \vec{v}_A \Rightarrow \vec{V}_{BA} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$$

Vì: $\vec{v}_A \uparrow\downarrow \vec{v}_B$ nên:

$$V_{BA} = v_B + v_A = 32 \text{ km/h}$$

Đáp số: $V_{BA} = 32$ ***km/h***

Bài 5.3:

Khoảng cách giữa hai bờ sông là 360 m, xuồng đến bờ cách bến một khoảng 2400 m ⇒ quãng đường s xuồng đi từ bờ bên này sang bờ bên kia là:

$$s = \sqrt{320^2 + 240^2} = 400 \text{ m}$$

Vận tốc của xuồng so với dòng sông là: $v = \frac{s}{t} = \frac{400}{100} = 4$ m/s

Đáp số: $v = 4$ ***m/s***

Bài 5.4:

$$v_1 = 45 \text{ km/h} = 12{,}5 \text{ m/s} \text{ ; } t_1 = 12 \text{ s} \text{ ; } t_2 = 72 \text{ s}$$

$$v_2 = v_3 + 15 \text{ km/h} \text{ ; } l_2 = l_3 = l$$

a. Gọi l là chiều dài của xe lửa thứ hai và thứ ba.

Xe thứ nhất và xe thứ hai chạy ngược chiều nhau, nên ta có :

$$l = (v_1 + v_2)\, t_1 \qquad (1)$$

Xe thứ ba và xe thứ ba chạy cùng chiều nhau, nên ta có :

$$l = (v_1 - v_3)\, t_2 = (v_1 - v_2 + 15)\, t_2 \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra :

$$(v_1 + v_2).\ 12 = (v_1 - v_2 + 15)\ .72$$

Vận tốc xe thứ 2 là :

$$v_2 = \frac{5v_1 + 90}{7} = 45 \text{ km/h} = 12{,}5 \text{ m/s}$$

Vận tốc xe thứ 3 là :

$$v_3 = v_2 - 15 = 30 \text{ km/h} = \frac{25}{3} \text{ m/s}$$

b. Chiều dài của xe lửa thứ 2 và 3 là :

$$l = (v_1 + v_2).\ t_1 = (12{,}5 + \frac{25}{3}).\ 12 = 250 \text{ m}$$

Đáp số : a) $v_2 = 45$ km/h ; $v_3 = 30$ km/h ; b) $l = 250$ m

CHƯƠNG II
ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

CHỦ ĐỀ VI – CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ HỌC CỦA NIU–TƠN

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. Định luật I của Niu–tơn

$$\vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{a} = 0$$

2. Điều kiện cân bằng của một chất điểm

Khi hợp lực của các lực tác dụng lên vật bằng không:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_n = 0$$

thì gia tốc của vật cũng bằng không.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = 0$$

3. Định luật II của Niu–tơn

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow F = m|a|$$

4. Định luật III của Niu–tơn

Hai vật tương tác với nhau bằng những lực trực đối.

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

Đặc điểm của cặp lực và phản lực:

- Lực và phản lực luôn luôn xuất hiện từng cặp.
- Lực và phản lực không thể cân bằng nhau vì chúng đặt vào hai vật khác nhau.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Định luật I Niu–tơn

Khi hợp lực của các lực tác dụng lên vật bằng không:

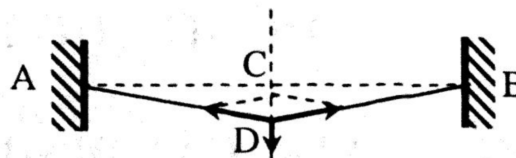
$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_n = 0$$

thì gia tốc của vật cũng bằng không.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = 0$$

Khi đó nếu vật đang đứng yên sẽ đứng yên mãi; còn nếu vật đang chuyển động sẽ chuyển động thẳng đều mãi mãi.

Bài 1: ***Một vật có khối lượng m treo vào điểm chính giữa của dây thép AB căng ngang, làm dây chùng xuống một đoạn CD như hình 6.1. Biết AB = 6 m, CD = 20 cm. Lực căng của mỗi nửa sợi dây là T = 400 N. Tính m. Lấy g = 10 m/s².***



Hình 6.1

Giải

Trọng lực tác dụng vào vật:

$$P = mg$$

Vật ở vị trí cân bằng do đó tổng hợp lực tác dụng vào nó bằng không:

$$\vec{P} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = 0$$

Chiếu phương trình trên lên phương thẳng đứng chiều dương hướng xuống dưới ta có:

$$P - T_1.\cos\alpha - T_2\cos\alpha = 0 \qquad (1)$$

trong đó α là góc ADC với:

$$\cos\alpha = \frac{CD}{AD} = \frac{CD}{\sqrt{AC^2 + CD^2}}$$

$$\cos\alpha = \frac{20}{\sqrt{\left(\frac{600}{2}\right)^2 + 20^2}} = 0{,}0665 \qquad (2)$$

Mà móc áo treo vào chính giữa sợi dây nên lực căng dây trên hai nửa sợi dây bằng nhau hay $T_1 = T_2 = T$. Từ (1) và (2) suy ra:

$$\Rightarrow P - 0{,}133T = 0$$

$$\Rightarrow P = 0{,}133T = 66{,}5\ N$$

Vậy khối lượng của vật:

$$m = \frac{P}{g} = \frac{66{,}5}{10} = 6{,}65\ kg$$

Đáp số: m = 6,65 kg

2. Định luật I Niu–tơn – Vận tốc – Gia tốc – Quãng đường chuyển động của vật

Áp dụng công thức:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + ... + \vec{F}_n = m\vec{a}$$

$$v_t = v_0 + at$$

$$s = v_0t + \frac{at^2}{2}$$

$$v_t^2 - v_0^2 = 2as$$

Bài 2: ***Một ô tô tải có khối lượng 5 tấn bắt đầu chuyển động trên đường nằm ngang. Sau 10 giây vận tốc của xe là 2,5 m/s. Lấy g = 10 m/s². Bỏ qua ma sát.***

a. Tính lực tác dụng lên vật gây ra chuyển động.

b. Tính quãng đường xe đi được trong 5 phút kể từ lúc bắt đầu chuyển động.

Giải

m = 5 tấn = 5000 kg; t = 10 s: v_t = 2,5 m/s

a. Áp dụng công thức: $v_t = v_0 + at$

Gia tốc của xe là: $a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{2,5 - 0}{10} = 0,25\ m/s^2$

Theo định luật II của Niu–tơn ta có:

$$\vec{F} = \vec{N} + \vec{P} + \vec{F}_k = m\vec{a} \qquad (1)$$

Chọn trục Ox trùng với phương chuyển động, chiều dương là chiều chuyển động. Chiếu (1) lên trục toạ độ ta có:

$$F = F_k = ma$$

Lực tác dụng gây ra chuyển động của vật:

$$F = F_k = ma = 5000 \cdot 0,25 = 1250\ N$$

b. Áp dụng công thức:

$$s = v_0t + \frac{at^2}{2}$$

Quãng đường xe đi được trong thời gian 5 phút:

$$s = \frac{0,25.(5.60)^2}{2} = 11250\ m = 11,25\ km$$

Đáp số: a) F_C = 1 250 N; b) s = 11,25 km

3. Định luật III Niu–tơn – Lực và phản lực

Áp dụng công thức:

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

Bài 3: ***Một xe lăn có khối lượng m_1 = 400 g, được gắn với một xe lăn thứ hai có khối lượng m_2 = 500 g bằng một lò xo. Ta cho hai xe áp gần nhau bằng cách buộc dây để nén lò xo như hình 6.2. Khi đốt dây buộc, lò xo dãn ra và sau một thời gian Δt = 0,24 s hai xe đi về hai phía ngược nhau với vận tốc có độ lớn v_1 = 1,2 m/s và v_2. Bỏ qua ảnh hưởng của ma sát. Tính:***

a. Gia tốc của mỗi xe.

b. Vận tốc v_2.

c. Quãng đường mỗi xe sau khi đốt dây buộc được 2 s.

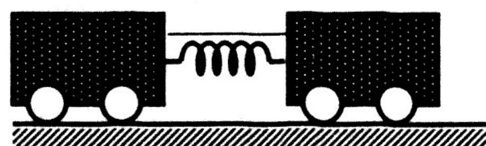
Giải

$m_1 = 400$ g = 0,4 kg; $m_2 = 500$ g = 0,5 kg; $v_1 = 1,2$ m/s; $\Delta t = 0,24$ s

a. Chọn trục tọa độ trùng với phương chuyển động của mỗi xe. Chiều dương là chiều chuyển động của xe thứ nhất.

Gia tốc xe lăn thứ nhất:

$$a_1 = \frac{v_1}{\Delta t} = \frac{1,2}{0,24} = 5 \text{ m/s}^2 \quad (1)$$



Hình 6.2

Gia tốc xe lăn thứ hai:

$$a_2 = \frac{v_2}{\Delta t} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra:

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{v_2}{v_1} \quad (3)$$

Theo định luật III Niu tơn ta có :

$$F_{12} = -F_{21}$$

$$\Rightarrow m_1a_1 = -m_2a_2$$

$$\Rightarrow a_2 = -\frac{m_1a_1}{m_2} = -\frac{0,4 . 5}{0,5} = -4 \text{ m/s}^2$$

b. Vận tốc của xe thứ hai:

Từ (3) suy ra:

$$v_2 = \frac{a_2}{a_1}.v_1 = \frac{-4}{5}. 1,2 = -0,96 \text{ m/s}$$

c. Quãng đường mỗi xe sau khi đốt dây buộc 2 s:

$$s_1 = v_1t + \frac{a_1t^2}{2} = 1,2. 2 + \frac{5.2^2}{2} = 12,4 \text{ m}$$

$$s_2 = \left| v_2t + \frac{a_2t^2}{2} \right| = \left| -0,96 . 2 - \frac{4.2^2}{2} \right| = 9,92 \text{ m}$$

Đáp số: a) $a_1 = 5$ m/s^2; $a_2 = -4$ m/s^2; b) $v_2 = -0,96$ m/s; c. $s_1 = 12,4$ m; $s_2 = 9,92$ m

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 6.1: Một vật có khối lượng 8 kg, chuyển động với gia tốc 0,25 m/s^2. Tính lực tác dụng vào vật.

Bài 6.2: Một vật có khối lượng 5 kg trượt xuống một mặt phẳng nghiêng nhẵn với gia tốc 1,2 m/s^2. Lực gây ra gia tốc này bằng bao nhiêu? So sánh độ lớn của lực này với trọng lượng của vật. Lấy g = 10 m/s^2.

Bài 6.3: Một vật có khối lượng m = 3 kg đặt trên mặt bàn nằm ngang. Tác dụng lên vật một lực kéo F_k song song với mặt bàn. Lực cản lên vật bằng 15% trọng lượng của vật. Tính độ lớn của F để vật chuyển động thẳng đều. Cho g = 10 m/s^2.

Bài 6.4: Một vật đang đứng yên được truyền một lực F thì sau 5 giây thì vật này tăng vận tốc lên được 2 m/s. Nếu giữ nguyên hướng của lực mà tăng gấp ba lần độ lớn lực tác dụng vào vật thì sau 10 giây vật có vận tốc là bao nhiêu?

Bài 6.5: Một vật có khối lượng 5 kg, đang chuyển động với vận tốc 2 m/s thì chịu tác dụng của lực F_1 cùng phương, chiều chuyển động. Khi đó vật chuyển động nhanh dần đều và sau khi được thêm 50 m thì có vận tốc 8 m/s. Tính:

a. Gia tốc của vật và lực tác dụng vào vật.

b. Khi đạt vận tốc 8 m/s vật đập vào tường và bị bật ngược trở lại với vận tốc 6 m/s. Khoảng thời gian va chạm với tường là 0,25 s. Tính lực F_2 của tường tác dụng vào vật.

Bài 6.6: Một xe tải chở hàng có tổng khối lượng xe và hàng là 4 tấn, khởi hành với gia tốc 0,5 m/s^2. Khi không chở hàng xe tải khởi hành với gia tốc 1 m/s^2. Biết rằng hợp lực tác dụng vào ô tô trong hai trường hợp đều bằng nhau. Tính khối lượng của xe lúc không chở hàng.

Bài 6.7: Một quả bóng có khối lượng m = 200 g được ném về phía một vận động viên bóng chày với 30 m/s. Người đó dùng gậy đập vào quả bóng cho bay ngược lại với vận tốc 20 m/s. Thời gian gậy tiếp xúc với bóng là 0,025 s. Hỏi lực mà bóng tác dụng vào gậy có độ lớn bằng bao nhiêu và có hướng như thế nào?

Bài 6.8: Một xe tải không chở hàng đang chạy trên đường. Nếu người lái xe hãm phanh thì xe trượt một đoạn đường 20 m thì dừng lại. Hỏi:

a. Nếu xe chở hàng có khối lượng hàng bằng khối lượng của xe thì đoạn đường trượt bằng bao nhiêu?

b. Nếu tốc độ của xe chỉ bằng một nửa lúc đầu thì đoạn đường trượt bằng bao nhiêu?

Cho lực hãm không thay đổi.

CHỦ ĐỀ VII – CÁC LỰC CƠ HỌC

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. Phép tổng hợp – phân tích lực

- ***Qui tắc hợp lực***

Hợp lực của hai lực đồng qui được biểu diễn bằng đường chéo của hình bình hành mà hai cạnh là những vec tơ biểu diễn hai lực thành phần.

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

- ***Phân tích lực***

Phép phân tích lực là ngược với phép tổng hợp lực nên cũng tuân theo qui tắc hình bình hành.

2. Lực hấp dẫn

- Trường hợp hai vật (coi như chất điểm) có khối lượng m_1, m_2 cách nhau một khoảng r hút nhau bằng một lực:

$$F_{hd} = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

- Trọng lượng của vật khối lượng m khi ở trên mặt đất (h = 0)

$$F_{hd} = G\frac{mM}{R^2} = P = mg$$

- Trọng lượng của vật khối lượng m khi ở độ cao h ($h \neq 0$)

$$F_{hd} = G\frac{mM}{(R+h)^2} = P_h = mg_h$$

$$G = 6{,}68.10^{-11}\ \frac{Nm^2}{kg^2}$$

3. Biểu thức của gia tốc rơi tự do

Gia tốc g của sự rơi tự do ở độ cao h

$$g = \frac{G.M}{(R+h)^2}$$

M, R lần lượt là khối lượng và bán kính Trái Đất.

4. Lực đàn hồi của lò xo

Trong giới hạn đàn hồi, lực đàn hồi của lò xo tỉ lệ với độ biến dạng của lò xo:

$$F_{dh} = -k\Delta l$$

trong đó:

k = độ cứng (hay hệ số đàn hồi của lò xo, có đơn vị là N/m)

$\Delta l = |l - l_o|$ = độ biến dạng (độ dãn hay nén của lò xo).

l_o = chiều dài tự nhiên của lò xo (lúc lò xo không dãn, không nén)

5. Lực ma sát

- ***Lực ma sát nghỉ***

Giá của $\vec{F}_{msn}$ luôn nằm trong mặt tiếp xúc giữa hai vật.

$\vec{F}_{msn}$ có phương, chiều ngược chiều với ngoại lực tác dụng.

Độ lớn của F_{msn} bằng độ lớn của F ngoại lực.

$$F_{msn} \leq \mu_n.N$$

- ***Lực ma sát trượt***

Độ lớn của F_{mst} tỉ lệ thuận với áp lực N tác dụng lên mặt tiếp xúc:

$$F_{mst} = \mu_t.N$$

- Trong một số trường hợp, hệ số ma sát trượt và hệ số ma sát nghỉ xấp xỉ bằng nhau:

$$\mu_n = \mu_t$$

- ***Lực ma sát lăn (F_{msl})***

Lực ma sát lăn xuất hiện khi một vật lăn trên mặt một vật khác có tác dụng cản trở sự lăn đó.

$$F_{msl} = \mu_l.N; \ \mu_l < \mu_t$$

6. Lực hướng tâm

Lực hướng tâm là lực hay hợp lực của các lực tác dụng vào một vật chuyển động tròn đều và gây ra cho vật gia tốc hướng tâm.

$$F_{ht} = \frac{mv^2}{r}$$

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Tổng hợp và phân tích lực

– Áp dụng công thức:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

– Dùng qui tắc hình bình hành để tổng hợp và phân tích lực.

Bài 1: ***Cho hai lực đồng qui có độ lớn $F_1 = 120$ N và $F_2 = 160$ N.***

a. Hợp lực của chúng có thể có độ lớn 300 N hoặc 30 N được không?

b. Nếu một lực có độ lớn là F = 50 N được phân tích thành hai lực thành phần $\vec{F}_1, \vec{F}_2$ vuông góc với nhau sao cho $F_1 = 40$ N. Hãy xác định độ lớn của F_2.

Giải

a. Hợp lực luôn thỏa: $|F_1 - F_2| \le F \le F_1 + F_2$

$$40 \text{ N} \le F \le 280 \text{ N}$$

Do đó F = 300 N hoặc F = 30 N không thể là hợp lực của hai lực trên.

b. Theo qui tắc cộng vec tơ ta có:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}$$

Vì hai lực $\vec{F}_1 \perp \vec{F}_2$ áp dụng định lí Pitago ta có:

$$\Rightarrow F^2 = F_1^2 + F_2^2$$

$$F_2 = \sqrt{F^2 - F_1^2} = \sqrt{50^2 - 40^2} = 30 \text{ N}$$

Đáp số: a. không; b. $F_2 = 30$ N

2. Lực hấp dẫn – Gia tốc trọng trường

- Trường hợp hai vật (coi như chất điểm) có khối lượng m_1, m_2 cách nhau một khoảng r hút nhau bằng một lực:

$$F_{hd} = G\frac{m_1m_2}{r^2}$$

- Trọng lượng của vật khối lượng m khi ở trên mặt đất (h = 0)

$$F_{hd} = G\frac{mM}{R^2} = P = mg$$

- Trọng lượng của vật khối lượng m khi ở độ cao h ($h \neq 0$)

$$F_{hd} = G\frac{mM}{(R+h)^2} = P_h = mg_h$$

$$G = 6{,}68.10^{-11}\ \frac{Nm^2}{kg^2}$$

- Gia tốc g của sự rơi tự do ở độ cao h

$$g = \frac{G.M}{(R+h)^2}$$

M, R lần lượt là khối lượng và bán kính Trái Đất.

Bài 2: ***Hai quả cầu giống nhau có khối lượng m = 10 tấn đặt cách nhau 100 m.***

a. Tính lực hấp dẫn giữa hai quả cầu.

b. Ở độ cao nào so với mặt đất quả cầu có trọng lượng bằng $\frac{1}{4}$ trọng lượng của nó trên mặt đất. Lấy bán kính Trái Đất R = 6400 km.

Tóm tắt

m = 10 tấn = 10 000 kg; r = 100 m; R = 6400 km

a) F_{hd} =? ; b) $P_h = \frac{P}{3}$; h = ?

Giải

a. Lực hấp dẫn giữa hai quả cầu:

$$F_{hd} = G\frac{m_1m_2}{r^2}$$

$$F_{hd} = 6{,}68.10^{-11}\frac{(10000)^2}{(100)^2} = 6{,}68.10^{-7}N$$

b. Trọng lượng của quả cầu trên mặt đất:

$$P = mg$$

Trọng lượng của quả cầu ở độ cao h:

$$P_h = mg_h$$

trong đó:

$$g = \frac{GM}{R^2};\ g_h = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

Theo đề:

$$P_h = \frac{P}{4}$$

$$\Rightarrow \frac{P_h}{P} = \frac{g_h}{g} = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

$$\Rightarrow h = R = 6400 \text{ km}$$

Đáp số: a) $F_{hd} = 6,68.10^{-7}$ N; b) h = 6400 km

3. Lực đàn hồi

Áp dụng công thức:

$$F_{đh} = -k\Delta l$$

trong đó:

k = độ cứng (hay hệ số đàn hồi của lò xo có đơn vị là N/m)

$\Delta l = |l - l_o|$ = độ biến dạng (độ dãn hay nén của lò xo).

l_o = chiều dài tự nhiên của lò xo (lúc lò xo không dãn, không nén)

Bài 3: ***Một lò xo có chiều dài tự nhiên là l_o = 50 cm được treo thẳng đứng. Treo vào đầu dưới của lò xo một quả cân khối lượng m = 500 g thì chiều dài của lò xo là 55 cm. Tính độ cứng k của lò xo. Cho g = 10 m/s².***

Giải

Ta có:

$$\Delta l = l_{CB} - l_0 = 55 - 50 = 5 \text{ cm} = 5.10^{-2} \text{ m}$$

Khi lò xo ở vị trí cân bằng thì $P = F_{đh}$:

$$\Leftrightarrow mg = k\Delta l \Rightarrow k = \frac{mg}{\Delta l} = \frac{0,5.10}{5.10^{-2}} = 100 \text{ N/m}$$

Đáp số: k = 100 N/m

4. Lực ma sát

Áp dụng công thức:

- ***Lực ma sát nghỉ***

$$F_{msn} \le \mu_n.N$$

μ_n = hệ số ma sát nghỉ; N = áp lực của vật tác dụng lên mặt tiếp xúc.

- ***Lực ma sát trượt***

$$F_{mst} = \mu_t.N$$

μ_n = hệ số ma sát trượt.

- Trong một số trường hợp, hệ số ma sát trượt và hệ số ma sát nghỉ xấp xỉ bằng nhau:

$$\mu_n = \mu_t$$

- Lực ma sát lăn (F_{msl})

$$F_{msl} = \mu_l.N;\ \mu_l < \mu_t$$

μ_l = hệ số ma sát lăn.

Bài 4: ***Một vật khối lượng m = 25 kg đặt trên mặt đường nằm ngang. Hệ số ma sát nghỉ và ma sát trượt giữa vật và mặt đường lần lượt là $\mu_n = 0,3$ và $\mu_t = 0,2$. Lấy $g = 10\ m/s^2$.***

a. Tính lực ma sát nghỉ cực đại tác dụng lên vật.

b. Kéo vật đi bằng một lực F = 90 N theo phương nằm ngang. Tính quãng đường vật đi được sau 5 s.

c. Sau đó, ngừng tác dụng của lực F. Tính quãng đường vật đi tiếp cho tới lúc dừng lại.

d. Nếu gắn bánh xe cho vật chuyển động trên mặt phẳng đó thì cần phải tác dụng một lực bằng bao nhiêu để gia tốc chuyển độ của vật bằng gia tốc của câu b)? Biết hệ số ma sát lăn giữa bánh xe và mặt đường là $\mu_l = 0,1$.

Giải

a. Lực ma sát nghỉ cực đại tác dụng lên vật.

$$F_{msn\,max} = \mu_n.N = \mu_n.mg = 0,3\ .\ 25\ .\ 10 = 75\ N$$

b. Kéo vật đi bằng một lực F = 90 N theo phương nằm ngang. Theo định luật II Niu–tơn, ta có:

$$\vec{F} + \vec{F}_{mst} + \vec{N} + \vec{P} = m\vec{a} \qquad (1)$$

Chiếu xuống trục Ox nằm ngang có phương, chiều trùng với phương, chiều chuyển động của vật ta được:

$$F - F_{mst} = ma \qquad (2)$$

Gia tốc của vật là:

$$a = \frac{F - \mu_t mg}{m} = \frac{90 - 0,2.25.10}{25} = 1,6\ m/s^2$$

Quãng đường vật đi được sau 5 s là:

$$s = v_0t + \frac{at^2}{2} = 0\ .\ 5 + \frac{1,6.5^2}{2} = 20\ m$$

c. Vận tốc của vật ở thời điểm ngừng lực tác dụng F là:

$$v_5 = v_0 + at_5 = 1,6\ .\ 5 = 8\ m/s$$

Khi ngừng tác dụng của F, từ (2) ta có:

$$-F_{mst} = ma'$$

Gia tốc chuyển động của vật lúc này là:

$$a' = -\frac{F_{mst}}{m} = -\frac{\mu_t mg}{m} = -\mu_t g = 0,2\ .\ 10 = -2m/s^2$$

Quãng đường vật đi tiếp cho tới lúc dừng lại:

$$v_t^2 - v_5^2 = 2a's'$$

$$\Rightarrow s' = \frac{v_t^2 - v_5^2}{2a'} = \frac{0 - 8^2}{2.(-2)} = 16\text{ m}$$

d. Nếu gắn bánh xe cho vật chuyển động trên mặt phẳng đó với gia tốc $a = 1,6\text{ m/s}^2$ thì cần phải tác dụng một lực F" thỏa điều kiện:

$$F'' - F_{msl} = ma$$

$$\Rightarrow F'' = F_{msl} + ma = \mu_l mg + ma = 0,1 . 25 . 10 + 25 . 1,6 = 65\text{ N}$$

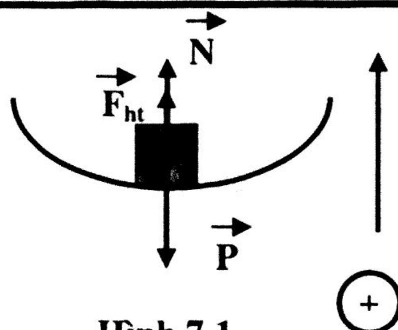
***Đáp số:** a) $F_{msn\ max}$ = 75 N; b) s = 20 m; c) s' = 16 m; d) F" = 65 N*

5. Lực hướng tâm và lực quán tính li tâm

Áp dụng công thức:

$$F_{ht} = \frac{mv^2}{r}$$

Bài 5: ***Một ô tô khối lượng m = 3 tấn (coi là chất điểm), chuyển động với vận tốc 43,6 km/h trên chiếc cầu võng xuống coi như cung tròn có bán kính R = 50 m như hình 7.1. Tính áp lực của ô tô vào mặt cầu tại điểm thấp nhất.***



Hình 7.1

Giải

m = 3 tấn = 3000 kg; v = 43,6 km/h = 12 m/s; R = 50 m

Các lực tác dụng vào ô tô ở vị trí thấp nhất:

$$\vec{N} + \vec{P} = \vec{F}_{ht}$$

Chọn trục toạ độ hướng thẳng đứng chiều dương hướng lên. Chiếu hệ thức trên lên trục toạ độ ta có:

$$N - P = F_{ht} = \frac{mv^2}{R}$$

$$N = mg + \frac{mv^2}{R} = 3000.10 + \frac{3000.12^2}{50} = 38\,640\text{ N}$$

***Đáp số:** N = 38 640 N*

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 7.1: Tính trọng lượng của một nhà du hành vũ trụ có khối lượng m = 80 kg khi người đó ở:

a. Trên Trái Đất có $g_Đ = 9,81\text{ m/s}^2$.

b. Trên Mặt Trăng có $g_T = 1,61\text{ m/s}^2$.

Bài 7.2: Một vật có khối lượng m = 4 kg, có trọng lượng 40 N khi ở trên mặt đất. Tính trọng lượng của nó ở độ cao h = 3R so với mặt đất. Với R = bán kính Trái Đất.

Bài 7.3: Một vệ tinh A bay quanh Trái Đất với vận tốc 3 km/s. Một vệ tinh B cũng bay quanh Trái Đất có bán kính quĩ đạo bằng $\frac{1}{9}$ lần bán kính quĩ đạo của vệ tinh A. Tính vận tốc của B quanh Trái Đất.

Bài 7.4: Thổ tinh có khối lượng gấp 94 lần khối lượng Trái Đất và có bán kính quĩ đạo gấp 9,45 lần bán kính quĩ đạo của Trái Đất. Tính trọng lượng của một vật có khối lượng 100 kg trên Thổ tinh. Lấy gia tốc trọng trường trên bề mặt Trái Đất là 10 m/s^2.

Bài 7.5: Một vật có khối lượng m = 12 kg treo thẳng đứng vào đầu dưới của một sợi dây không co dãn, đầu trên của sợi dây treo vào một điểm cố định. Tính lực căng nhỏ nhất mà dây phải chịu được để không bị đứt. Lấy g = 10 m/s^2.

Bài 7.6: Hai quả cầu giống nhau mỗi quả cầu có khối lượng 20 kg, bán kính 40 cm. Hãy tính:

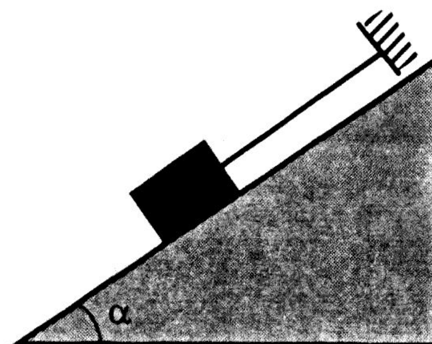
a. Lực hấp dẫn giữa hai quả cầu khi tâm của chúng đặt cách nhau 20 m.

b. Lực hấp dẫn lớn nhất giữa chúng.

Bài 7.7: Một vật có khối lượng m = 30 kg được giữ yên trên một mặt phẳng nghiêng một góc $\alpha = 45^0$ như hình 7.1. Bỏ qua lực ma sát. Lấy g = 10 m/s^2.

a. Nêu tên các lực đã tác dụng vào vật.

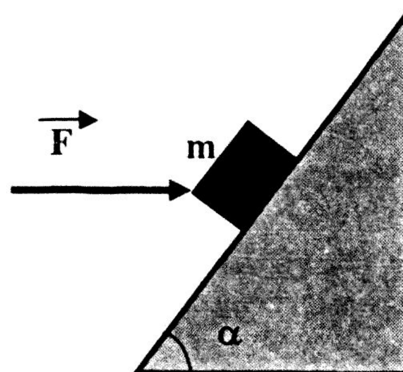
b. Tính lực giữ (lực căng) của sợi dây và lực ép (áp lực) của vật vào mặt phẳng nghiêng.



Hình 7.1

Bài 7.8: Một người đứng trên sàn một ô tô đang tăng tốc với gia tốc a = 0,25g (g = gia tốc trọng trường). Hệ số ma sát nghỉ tối thiểu bằng bao nhiêu để ngăn cản chân người đó khỏi bị trượt trên sàn xe.

Bài 7.9: Một vật chuyển động đều trên một mặt phẳng nghiêng một góc $\alpha = 45^0$ so với mặt phẳng nằm ngang, dưới tác dụng của lực đẩy F theo phương ngang như hình 7.2 và có độ lớn F = 40 N. Tính khối lượng m của vật và phản lực N của mặt phẳng nghiêng tác dụng lên vật. Bỏ qua ma sát. Lấy g = 10 m/s^2.



Hình 7.2

Bài 7.10: Khối lượng của Mộc tinh lớn hơn khối lượng Trái Đất 318 lần và bán kính Mộc Tinh lớn hơn bán kính Trái Đất 11,2 lần. Biết gia tốc

rơi tự do ở bề mặt Trái Đất là 9,81 m/s^2.

a. Xac định gia tốc rơi tự do trên bề mặt Mộc Tinh.

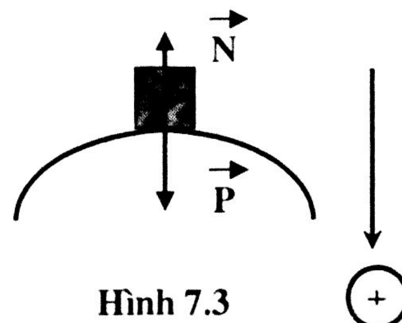
b. Một vật có trọng lượng trên mặt đất là 20 N. Tính trọng lượng của nó trên bề mặt Mộc Tinh.

Bài 7.11: Một đĩa quay đều quanh trục qua tâm O với vận tốc quay 300 vòng/phút. Lấy $\pi^2 = 10$.

a. Tính vận tốc góc và chu kì quay.

b. Tính vận tốc dài và gia tốc của một điểm trên đĩa cách tâm 50 cm.

Bài 7.12: Một ô tô khối lượng m = 2 tấn (coi là chất điểm), chuyển động với vận tốc v trên chiếc cầu vượt coi như cung tròn có bán kính R = 160 m như hình 7.3. Biết áp lực của ô tô vào mặt cầu tại điểm cao nhất bằng 0,75 lần trọng lực tác dụng lên xe. Tính gia tốc hướng tâm và vận tốc của xe tại điểm đó.



Hình 7.3

Bài 7.13: Một vệ tinh nhân tạo quay quanh Trái Đất ở độ cao h bằng bán kính R của Trái Đất. Cho R = 6400 km và lấy g = 10 m/s^2. Hãy tính vận tốc và chu kì quay của vệ tinh.

Bài 7.14: Khi người ta treo quả cầu khối lượng 200 g vào đầu dưới của một lò xo (đầu trên cố định) thì lò xo dài 62 cm. Còn khi treo quả cầu có khối lượng 400 g thì lò xo dài 64 cm. Tính chiều dài tự nhiên và độ cứng của lò xo. Lấy g = 10 m/s^2.

CHỦ ĐỀ VIII
CHUYỂN ĐỘNG NÉM THẲNG ĐỨNG – NÉM NGANG

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. Vật được ném theo phương thẳng đứng

- ***Trường hợp ném thẳng đứng lên trên với vận tốc đầu v_0***

Chọn trục Oy thẳng đứng, chiều dương hướng lên, gốc O ở vị trí ném, gốc thời gian là lúc ném.

+ Gia tốc:

$$a = -g$$

+ Vận tốc:

$$v = v_0 + at = v_0 - gt$$

+ Phương trình chuyển động của vật:

$$y = v_0t - \frac{1}{2}gt^2$$

- ***Trường hợp ném thẳng đứng xuống dưới với vận tốc đầu v_0***

  Chọn trục Oy thẳng đứng, chiều dương hướng xuống, gốc O ở vị trí ném, gốc thời gian là lúc ném.

  + Gia tốc:

  $$a = g$$

  + Vận tốc:

  $$v = v_0 + at = v_0 + gt$$

  + Phương trình chuyển động của vật:

  $$y = v_0t + \frac{1}{2}gt^2$$

2. Vật được ném ngang từ độ cao h với vận tốc đầu v_0

Chọn trục Ox nằm ngang; Oy thẳng đứng hướng xuống, gốc O ở vị trí ném, gốc thời gian là lúc ném. Phân tích chuyển động của vật thành hai thành phần:

- Chuyển động theo phương ngang Ox là chuyển động thẳng đều.
- Chuyển động theo phương thẳng đứng Oy là chuyển động rơi tự do.

+ Vận tốc – Gia tốc

$$\begin{cases} v_{ox} = v_o \\ a_x = 0 \\ v_x = v_0 \end{cases} \qquad \begin{cases} v_{oy} = 0 \\ a_y = g \\ v_y = gt \end{cases}$$

+ Phương trình chuyển động của vật:

$$\begin{cases} x = v_0t \\ y = \dfrac{gt^2}{2} \end{cases}$$

+ Phương trình quĩ đạo – Quĩ đạo của chuyển động ném ngang

$$y = \frac{g}{2v_0^2}x^2$$

Quỹ đạo của chuyển động ném ngang là đường Parabol.

+ Tầm ném xa:

$$L = v_ot = v_o\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Vật được ném theo phương thẳng đứng

Bài 1: ***Một vật được ném từ độ cao 40 m với vận tốc đầu $v_0 = 10$ m/s. Lấy $g = 10$ m/s^2. Tính thời gian từ lúc ném đến lúc vật chạm đất và vận tốc của vật khi chạm đất trong hai trường hợp sau:***

a. $\vec{v}_0$ ***thẳng đứng hướng lên.***

b. $\vec{v}_0$ ***thẳng đứng hướng xuống.***

Giải

a. $\vec{v}_0$ thẳng đứng hướng lên

Chọn trục Oy thẳng đứng, chiều dương hướng lên, gốc O ở vị trí ném, gốc thời gian là lúc ném. Ta có:

+ Gia tốc:

$$a = -g = -10 \text{ m/s}^2 \qquad (1)$$

+ Vận tốc:

$$v = v_0 + at = v_0 - gt = 10 - 10t \quad (\text{m/s}) \qquad (2)$$

+ Phương trình chuyển động:

$$y = v_0t - \frac{1}{2}gt^2 = 10t - 5t^2 \qquad (3)$$

Khi vật chạm đất y = – 40 m. Thế vào (3) ta có:

$$y = 10t - 5t^2 = -40$$

$$\Rightarrow t^2 - 2t - 8 = 0$$

$$\Rightarrow t_1 = 4 \text{ s (nhận)}; t_2 = -2 \text{ s (loại)}$$

Từ (2) suy ra vận tốc của vật lúc chạm đất:

$$v = 10 - 10 \,.\, 4 = -30 \text{ m/s}$$

b. $\vec{v}_0$ thẳng đứng hướng xuống

Chọn trục Oy thẳng đứng, chiều dương hướng xuống, gốc O ở vị trí ném.

+ Gia tốc:

$$a = g = 10 \text{ m/s}^2 \qquad (4)$$

+ Công thức tính vận tốc:

$$v = v_0 + at = 10 + 10t \quad (\text{m/s}) \qquad (5)$$

+ Phương trình chuyển động:

$$y = v_0t + \frac{1}{2}gt^2 = 10t + 5t^2 \qquad (6)$$

Khi vật chạm đất y = 40 m. Thế vào (6) ta có:

$$y = 10t + 5t^2 = 40$$

$$\Rightarrow t^2 + 2t - 8 = 0$$

$$\Rightarrow t_1 = 2 \text{ s (nhận)}; t_2 = -4 \text{ s (loại)}$$

Từ (5) suy ra vận tốc của vật lúc chạm đất:

$$v = 10 + 10 . 2 = 30 \text{ m/s}$$

Đáp số: a) t = 4s; v = – 30m/s; b) t = 2 s; v = 30 m/s

2. Vật được ném ngang từ độ cao h với vận tốc đầu v_0

Bài 2: ***Từ trên đỉnh đồi cao 80 m một người đã ném một hòn đá theo phương ngang với vận tốc ban đầu là 10 m/s. $g = 10 m/s^2$.***

a. Viết phương trình chuyển động của quả cầu.

b. Viết phương trình quĩ đạo của quả cầu. Nhận xét?

c. Quả cầu rơi xuống mặt đất cách phương thẳng đứng qua đỉnh đồi bao xa? Vận tốc của nó khi chạm đất?

Giải

a. Phương trình chuyển động của quả cầu:

Từ hình 8.1, chọn gốc toạ độ O ở đỉnh đồi, trục Ox hướng theo $\vec{v}_0$; Trục Oy thẳng đứng hướng xuống. Gốc thời gian là lúc ném vật.

Phương trình chuyển động của quả cầu:

$$\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \dfrac{1}{2}gt^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 10t\,(m) & (1) \\ y = 5t^2(m) & (2) \end{cases}$$

b. Phương trình quĩ đạo của quả cầu:

$$\text{Từ (1)} \Rightarrow t = \frac{x}{10} \text{ thế vào (2)}$$

$$y = 5\left(\frac{x}{10}\right)^2 = \frac{1}{20}x^2 \quad (m) \text{ với } x \geq 0$$

Ta thấy phương trình quĩ đạo của vật có dạng $y = ax^2$ đây là một quĩ đạo dạng parabol nhưng vì $a > 0$ và $x \geq 0$ nên nó là một nhánh hướng xuống của parabol đỉnh O.

c. Khi quả cầu chạm đất thì y = 80 m.

Ta có:

$$y = \frac{1}{20}x^2 = 80$$

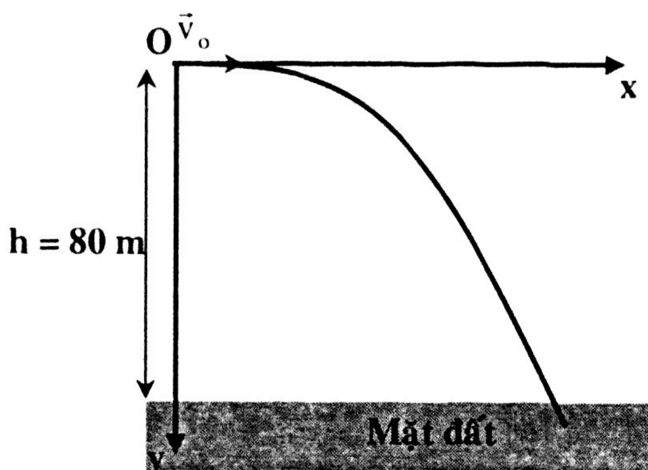
$$\Leftrightarrow x = 40 \text{ m}$$

Quả cầu rơi xuống mặt đất cách phương thẳng đứng qua đỉnh đồi một khoảng là :

$$L = 40 \text{ m}$$

Áp dụng công thức:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$



Hình 8.1

trong đó

$$\begin{cases} v_x = v_o \\ v_y = gt \end{cases}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{v_o^2 + (gt)^2}$$

Lúc quả cầu chạm đất thì từ (2) suy ra:

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}} = \sqrt{\frac{2.80}{10}} = 4 \text{ s}$$

Thế vào (3) suy ra vận tốc quả cầu khi chạm đất:

$$v_{cd} = \sqrt{10^2 + (10.4)^2} = 10\sqrt{17} \text{ m/s}$$

***Đáp số:** a. $x = 10t$; $y = 5t^2$; b. $y = \frac{1}{20}x^2$; c. $t = 4s$; $L = 40$ m; $v_{cd} = 10\sqrt{17}$ m/s*

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 8.1: Một vật được ném lên thẳng đứng lên từ vị trí A cách mặt đất 10 m với vận tốc đầu v_0. Sau 4 s vật lại rơi xuống đến vị trí A. Lấy g = 10 m/s^2. Tính:

a. Vận tốc đầu v_0.

b. Độ cao lớn nhất mà vật đạt được so với mặt đất.

c. Vận tốc của vật lúc chạm đất và thời gian từ lúc ném đến lúc vật chạm đất.

Bài 8.2: Một máy bay ném bom bay theo phương ngang ở độ cao 8 km với tốc độ 540 km/h. Hỏi viên phi công phải thả bom từ xa cách mục tiêu (theo phương ngang) bao nhiêu để bom rơi trúng mục tiêu? Lấy g = 10 m/s^2.

Bài 8.3: Một vật được ném ngang ở độ cao 80 m phải có vận tốc ban đầu là bao nhiêu để ngay lúc chạm đất vận tốc của nó là 50 m/s? Tính tầm xa của vật khi chạm đất.

Bài 8.4: Một vật A được thả rơi từ một độ cao h = 60 m so với mặt đất. Cùng lúc đó một vật B được ném thẳng đứng từ mặt đất lên trên với vận tốc 20 m/s tới va chạm với vật A. Lấy g = 10 m/s^2. Bỏ qua sức cản không khí. Tính:

a. Thời gian từ lúc ném đến lúc hai vật va chạm nhau và quãng đường mỗi vật đi được trong khoảng thời gian đó.

b. Vận tốc của mỗi vật tại thời điểm va chạm.

CHỦ ĐỀ IX – PHƯƠNG PHÁP ĐỘNG LỰC HỌC

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. Phương pháp động lực

Là phương pháp vận dụng:

- Các định luật Niutơn áp dụng cho từng giai đoạn chuyển động của vật.
- Kiến thức về tổng hợp và phân tích các lực cơ học.
- Tính chất của các lực cơ học như lực đàn hồi, lực ma sát, trọng lực ...

  ⇒ Xác định các đại lượng đặc trưng cho chuyển động của vật.

Ta thường gặp một số tình huống:

2. Biết các lực tác dụng lên vật, cần xác định chuyển động.

Cần chỉ rõ các vật tác dụng lên vật (nên diễn đạt bằng hình vẽ).

Dùng định luật II Niutơn để xác định gia tốc. Dùng các công thức động học (đã học ở chương I) để xác định độ dời, vận tốc của vật.

3. Biết rõ chuyển động, cần xác định lực tác dụng lên vật.

Ta dùng các công thức động học để xác định gia tốc của vật, dùng định luật II Niutơn để xác định lực.

4. Bài toán về hệ vật

Hệ vật là một tập hợp hai hay nhiều vật mà giữa chúng có tương tác.

Lực tương tác giữa các vật trong hệ gọi là nội lực. Các nội lực không gây ra gia tốc cho hệ vì chúng xuất hiện từng cặp triệt tiêu nhau.

Lực gây cho hệ chuyển động là hợp của các ngoại lực và tuân theo định luật II Niu–tơn:

$$\vec{F} = \sum_i \vec{F_i} = \sum_i m_i \vec{a_i}$$

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Biết các lực tác dụng lên vật, cần xác định chuyển động

Bài 1: ***Một ô tô có khối lượng m = 1,8 tấn đang chuyển động với vận tốc 43,2 km/h thì bị hãm phanh với lực hãm bằng 900 N. Biết hệ số ma sát giữa lốp xe với mặt đường là $\mu = 0,25$.***

a. Xác định gia tốc xe?

b. Tính thời gian từ lúc hãm phanh tới lúc xe dừng lại và quãng đường xe đi được trong khoảng thời gian này.

Giải

a. Chọn chiều dương là chiều chuyển động của xe.

Áp dụng định luật II Niu–tơn ta có:

$$\vec{F} = \vec{F}_h + \vec{F}_{ms} = m\vec{a}$$

trong đó:

$$F_h = -900 \text{ N}$$

$$F_{ms} = -\mu mg = -0,25 \, . \, 1800 \, . 10 = -4500 \text{ N}$$

Vì lực hãm $\vec{F}_h$ và $\vec{F}_{ms}$ đều là lực cản trở chuyển động nên hướng ngược chiều chuyển động của xe; khối lượng m > 0 ⇒ gia tốc $\vec{a}$ hướng cùng chiều $\vec{F}$, tức là cùng phương, ngược chiều chuyển động của xe và có độ lớn:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{F_h + F_{ms}}{m} = -\left(\frac{900 + 4500}{1800}\right) = -3 \text{ m/s}^2$$

b. Áp dụng công thức:

$$v_t = v_0 + at$$

trong đó: $v_0 = 43,2$ km/h = 12 m/s; $v_t = 0$

Thời gian từ lúc hãm phanh tới lúc xe dừng lại:

$$t = -\frac{v_0}{a} = -\frac{12}{-3} = 4 \text{ s}$$

Áp dụng công thức:

$$v_t^2 - v_0^2 = 2as$$

Quãng đường xe đi được từ lúc hãm phanh tới lúc dừng lại là:

$$s = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - 12^2}{2.(-3)} = 24 \text{ m}$$

Đáp số: a) $a = -3$ m/s^2; b) $t = 4$s; $s = 24$ m

2. Biết rõ chuyển động, cần xác định lực tác dụng lên vật

Bài 2: ***Một ô tô có khối lượng 2,4 tấn bắt đầu chuyển động trên đường nằm ngang với một lực kéo F_k. Sau 15 giây vận tốc của xe là 15 m/s Biết lực ma sát của xe với mặt đường có độ lớn bằng $0,2F_k$. Lấy $g = 10$ m/s^2. Tính lực kéo và lực ma sát của mặt đường tác dụng lên xe.***

Giải

Gia tốc mà xe thu được khi chuyển động:

$$a = \frac{v_t - v_o}{t} = \frac{15 - 0}{15} = 1 \text{ m/s}^2$$

Các lực tác dụng vào xe:

$$\vec{N} + \vec{P} + \vec{F}_{ms} + \vec{F}_k = m\vec{a} \qquad (1)$$

Chọn chiều dương là chiều chuyển động, chiếu (1) lên trục toạ độ ta có:

$$F_k - F_{ms} = ma$$

Theo đề:

$$F_{ms} = 0,2F_k$$

$$\Rightarrow F_k - F_{ms} = 0,8F_{ms} = ma$$

Lực ma sát của mặt đường tác dụng lên xe:

$$F_{ms} = \frac{ma}{0,8} = \frac{2400.1}{0,8} = 3000 \text{ N}$$

Lực kéo tác dụng lên xe:

$$F_k = \frac{F_{ms}}{0,2} = \frac{3000}{0,2} = 15000 \text{ N}$$

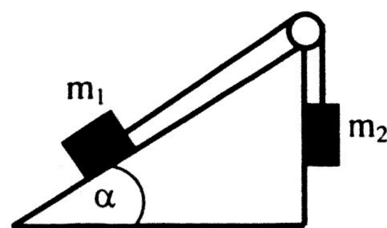
Đáp số: ***$F_{ms} = 3000$ N; $F_k = 15\,000$ N***

3. Bài toán về hệ vật

Bài 3: ***Cho hệ như hình 9.1. Sợi dây nối m_1 với m_2 không co dãn. Cho $m_1 = 2$ kg, $m_2 = 4$ kg, hệ số ma sát giữa m_1 và mặt phẳng nghiêng là $\mu = 0,25$; $\alpha = 30^o$. Lấy $g = 10$ m/s^2. Tính:***

a. Gia tốc của hệ vật.

b. Tính sức căng dây.



Hình 9.1

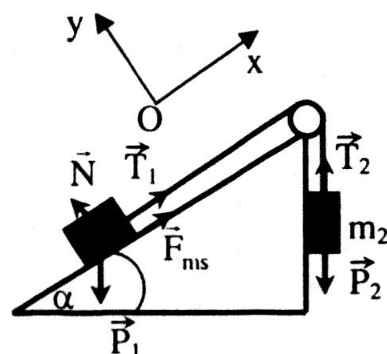
Giải

$$m_1 = 2 \text{ kg}, m_2 = 4 \text{ kg}; \mu = 0,25; \alpha = 30^o$$

Các lực tác dụng vào hệ vật như hình 9.1a.

a. Tính gia tốc của hệ vật:

Vì sợi dây nối m_1 với m_2 không co dãn nên m_1 và m_2 chuyển động với cùng một gia tốc a. Coi hai vật m_1, m_2 là hệ vật thì lực căng dây T_1, T_2 là nội lực và triệt tiêu nhau:



Hình 9.1a

$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 = 0$$

Các ngoại lực tác dụng vào hệ vật gồm:

Trọng lực P_1; P_2; Phản lực N và lực ma sát F_{ms} của mặt phẳng nghiêng lên m_1; trong đó:

$$P_1 = m_1g = 2.\ 10 = 20 \text{ N}$$

$$P_2 = m_2g = 4\ .10 = 40 \text{ N}$$

$$N = P_1\cos\alpha = 20.\cos30^0 = 10\sqrt{3} \text{ N}$$

$$F_{ms} = \mu N = 0,25\ .\ 10\sqrt{3} = 2,5\sqrt{3} \text{ N}$$

Theo định luật II Niu–tơn áp dụng cho hệ:

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{N} + \vec{F}_{ms} = (m_1 + m_2)\vec{a} \quad (1)$$

Chiếu (1) lên phương chuyển động chiều dương hướng theo chiều m_1 sang m_2, ta được:

$$-P_1\sin\alpha + P_2 - F_{ms} = (m_1 + m_2)\,a \quad (2)$$

Từ (2) suy ra gia tốc chuyển động của hệ là:

$$\Rightarrow a = \frac{-P_1 \sin\alpha + P_2 - F_{ms}}{m_1 + m_2} = \frac{-20.\sin 30^0 + 40 - 5\sqrt{3}}{2+4} = 3{,}56 \text{ m/s}^2$$

b. Áp dụng định luật II Niu–tơn lên vật m_2 ta có:

$$\vec{P}_2 + \vec{T}_2 = m_2\vec{a} \quad (3)$$

Chiếu (3) lên phương thẳng đứng chiều dương hướng xuống:

$$-T_2 + P_2 = m_2a \quad (4)$$

Mà $T_1 = T_2 = T$. Vậy lực căng dây là:

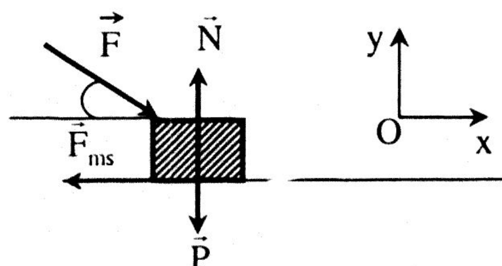
$$T = P_2 - m_2a = 40 - 4\ .\ 3{,}56 = 25{,}76 \text{ N}$$

Đáp số: a) a = 3,56 m/s²; b) T = 25,76 N

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

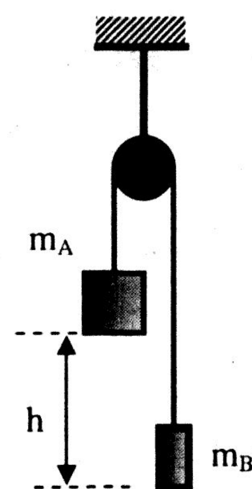
Bài 9.1: Một ô tô có khối lượng 2 tấn khi khởi hành được tăng tốc bởi lực kéo của động cơ F = 6000 N trong thời gian 20 s đầu tiên. Biết hệ số ma sát giữa lốp xe với mặt đường là 0,2. Tính tốc độ của xe đạt được ở cuối khoảng thời gian đó và quãng đường xe đi được trong 20 s đầu tiên đó.

Bài 9.2: Một cái hòm khối lượng m = 40 kg đặt trên sàn nhà. Hệ số ma sát trượt giữa hòm và sàn nhà là $\mu = 0{,}2$. Người ta đẩy hòm bằng một lực F = 200 N theo phương hợp với phương nằm ngang một góc $\alpha = 30^o$, chếch xuống phía dưới như hình 9.2. Tính gia tốc của hòm.



Hình 9.2

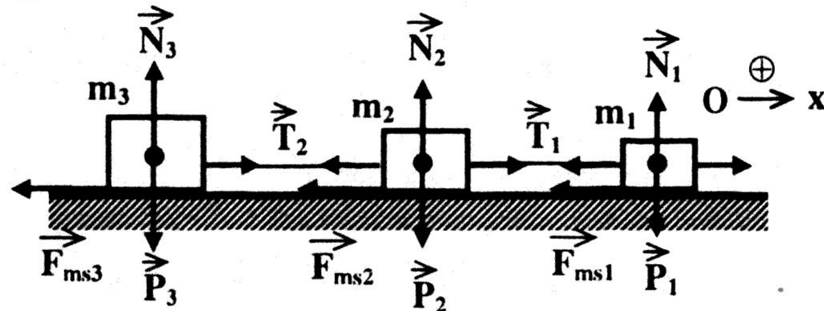
Bài 9.3: Hai vật A, B có khối lượng $m_A = 2$ kg và $m_B = 1$ kg được treo vào một ròng rọc cố định. Ban đầu hai vật được giữ ở độ cao chênh lệch nhau là h = 1,2 m như hình 9.3. Thả cho hai vật chuyển động. Hỏi sau bao lâu kể từ lúc bắt đầu chuyển động hai vật ở cùng một độ cao. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Hình 9.3

Bài 9.4: Một đoàn tàu hỏa có một đầu tàu và 11 toa, dưới tác dụng của lực kéo F_k đang chuyển động đều với vận tốc không đổi $v_0 = 36$ km/h. Sau đó ba toa cuối bị tách khỏi đoàn tàu chuyển động chậm dần đều và dừng lại. Lực kéo của đầu tàu và hệ số ma sát vẫn không đổi. Tính vận tốc của đầu tàu ở thời điểm các toa bị cắt rời dừng lại. Coi khối lượng của đầu tàu và mỗi toa tàu là bằng nhau.

Bài 9.5: Người ta tác dụng một lực kéo F có độ lớn 33 N vào hệ ba vật như hình 9.4. Biết $m_1 = 1$ kg, $m_2 = 2$ kg, $m_3 = 3$ kg và hệ số ma sát giữa ba vật và mặt phẳng ngang là như nhau và bằng 0,5. Tính gia tốc của hệ và lực căng của các dây nối. Biết các dây nối không co dãn và có khối lượng không đáng kể.

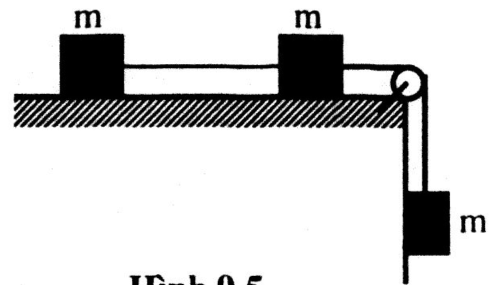


Hình 9.4

Bài 9.6: Ba vật có cùng khối lượng m = 100 g được nối với nhau bằng dây nối không dãn như hình 9.5. Hệ số ma sát trượt giữa vật và mặt bàn là $\mu = 0{,}2$. lấy $g = 10\ m/s^2$.

a. Tính gia tốc và lực căng của dây khi hệ chuyển động.

b. Sau 1 giây thả không vận tốc đầu thì dây nối qua ròng rọc bị đứt tính quãng đường đi được của hai vật trên bàn kể từ lúc dây đứt đến khi vật dừng lại. Giả thiết bàn đủ dài.



Hình 9.5

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP ÁN CHƯƠNG II ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

CHỦ ĐỀ VI – CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ HỌC CỦA NIU–TƠN

Bài 6.1:

Theo định luật II Niu–tơn lực tác dụng lên vật:

$$F = ma = 8\ .0{,}25 = 2\ N$$

Đáp số: F = 2 N

Bài 6.2:

Theo định luật II của Niu–tơn:

$$F = ma = 5\ .\ 1{,}2 = 6\ N$$

Trọng lượng của vật:

$$P = mg = 5 . 10 = 50\ N$$
$$\Rightarrow F < P$$

Đáp số: F = 6 N; F < P

Bài 6.3:

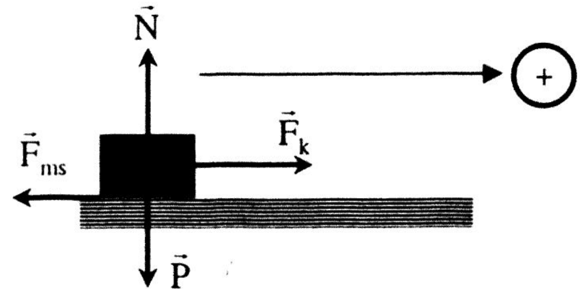
Các lực tác dụng vào vật được minh hoạ như hình 6.3.

$$\vec{F}_C + \vec{N} + \vec{P} + \vec{F}_k = m\vec{a}$$

Chiếu các lực trên lên trục toạ độ song song với mặt bàn và chiều dương là chiều chuyển động ta có:

$$-F_C + F_k = ma$$

Điều kiện để vật chuyển động thẳng đều là a = 0.



Hình 6.3

$$\Rightarrow F_k = F_C = 0,15\ mg = 0,15 . 3 . 10 = 4,5\ N$$

Đáp số: $F_k = 4,5$ N

Bài 6.4:

Gia tốc của vật khi truyền lực F là:

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2-0}{5} = 0,4\ m/s^2$$

Theo định luật II Niu–tơn, khi tác dụng vào vật một lực F_1 = F thì ta có phương trình sau:

$$F = F_1 = ma_1 \qquad (1)$$

Khi tác dụng vào vật một lực F_2 = 3F thì ta có phương trình sau:

$$3F = F_2 = ma_2 \qquad (2)$$

Lấy (1) chia cho (2) vế theo vế ta có:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{ma_1}{ma_2} \Leftrightarrow \frac{F}{3F} = \frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow a_2 = 3a_1 = 3. 0,4 = 1,2\ m/s^2$$

Vận tốc của vật sau 10 s là:

$$v_t = v_o + a_2t = 0 + 1,2 .10 = 12\ m/s$$

Đáp số: v_t = 12 m/s

Bài 6.5:

$$m = 5\ kg;\ v_0 = 2\ m/s;\ s = 50\ m;\ v_1 = 8\ m/s$$

a. Gia tốc của vật khi chịu tác dụng của lực F_1:

$$a_1 = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2s} = \frac{8^2 - 2^2}{2.50} = 0,6\ m/s^2$$

Theo định luật II Niu tơn lực tác dụng lên vật:

$$F_1 = ma_1 = 5 . 0,6 = 3\ N$$

b. Gia tốc của vật được sau khi đập vào tường:

$$\vec{a}_2 = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1}.$$

Chiếu lên phương ngang, chọn chiều dương là chiều vật bật ra, ta có:

$$v_1 = -8 \text{ m/s}; v_2 = 6 \text{ m/s}$$

$$a_2 = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{6-(-8)}{0,25} = 56 \text{ m/s}^2$$

Lực mà tường tác dụng lên vật là:

$$F_2 = ma_2 = 5 \,.\, 56 = 280 \text{ N}$$

***Đáp số: a)** $a_1 = 0,6 \text{ m/s}^2$ $F_1 = 3$ N; b) $F_2 = 280$ N*

Bài 6.6:

$$m = m_1 + m_2 = 4 \text{ tấn}; a = 0,5 \text{ m/s}^2; a_1 = 1 \text{ m/s}^2; F_T = F_S$$

Lực tác dụng lên ô tô khi chưa chở hàng:

$$F_1 = m_1a_1$$

Lực tác dụng lên ô tô khi có chở hàng hoá:

$$F = ma$$

Vì ô tô khởi động bằng hai lực như nhau nên:

$$F_1 = F \Leftrightarrow m_1a_1 = ma$$

Vậy khối lượng của xe lúc không chở hàng:

$$\Rightarrow m_1 = \frac{ma}{a_1} = \frac{4.0,5}{1} = 2 \text{ tấn}$$

***Đáp số:** $m_1 = 2$ tấn*

Bài 6.7:

Chọn chiều dương là chiều quả bóng bay ra sau khi bị gậy đập vào, ta có:

$$v_1 = -30 \text{ m/s}; v_2 = 20 \text{ m/s}; a_1 > 0; a_2 > 0$$

$$t = t_1 + t_2 = 0,025\text{s}$$

$$v_1' = v_1 + a_1t_1 = 0 \Rightarrow t_1 = -\frac{v_1}{a_1}$$

$$v_2 = v_2' + a_2t_2 = a_2t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{v_2}{a_2}$$

Theo định luật III Niu–tơn: $F_1 = ma_1 = F_2 = ma_2 \Rightarrow a_1 = a_2 = a$

$$\Rightarrow t = t_1 + t_2 = \frac{v_2}{a_2} - \frac{v_1}{a_1} = \frac{v_2 - v_1}{a}$$

$$\Rightarrow a = \frac{20-(-30)}{0,025} = 2\,000 \text{ m/s}^2$$

Độ lớn của lực mà bóng tác dụng vào gậy là:

$$F' = -ma = -0,2 \,.\, 2\,000 = -400 \text{ N}$$

***Đáp số:** F' = 400 N, theo chiều chuyển động ban đầu của bóng*

Bài 6.8:

a. Khi xe không chở hàng:

$$v^2 - v_0^2 = 2as$$

trong đó: v = 0

$$\Rightarrow s = -\frac{v_0^2}{2a}$$

Theo định luật II Niu–tơn:

$$F = ma \Rightarrow s = -\frac{mv_0^2}{2F} \qquad (1)$$

Khi xe chở hàng: m' = 2 m, tương tự:

$$v^2 - v_0^2 = 2a's' \Rightarrow s' = -\frac{v_0^2}{2a'}$$

Theo định luật II Niu–tơn:

$$F = m'a' \Rightarrow s' = -\frac{m'v_0^2}{2F} \qquad (2)$$

Lấy (2) chia cho (1) vế với vế:

$$\frac{s'}{s} = \frac{m'}{m} = 2 \Rightarrow s' = 2s = 2.20 = 40 \text{ m}$$

b. Nếu $v_0' = \frac{1}{2}v_0$. Ta có:

$$v^2 - v_0'^2 = 2a's' \Rightarrow s' = -\frac{v_0'^2}{2a'}$$

Theo định luật II Niu–tơn:

$$F = ma' \Rightarrow s' = -\frac{mv_0'^2}{2F} \qquad (3)$$

Lấy (3) chia cho (1) vế với vế:

$$\frac{s'}{s} = \frac{v_0'^2}{v_0^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow s' = \frac{s}{4} = \frac{20}{4} = 5 \text{ m}$$

Đáp số: a. s' = 2s = 40 m; b. s' = $\frac{s}{4}$ = 5 m

CHỦ ĐỀ VII – CÁC LỰC CƠ HỌC

Bài 7.1:

a. Trên Trái Đất:

$$P_Đ = mg_Đ = 80 . 9,81 = 784,8 \text{ N}$$

b. Trên Mặt Trăng:

$$P_T = mg_T = 80 . 1,61 = 128,8 \text{ N}$$

Đáp số: a) $P_Đ$ = 784,8 N; b) P_T = 128,8 N

Bài 7.2:

Trọng lượng của quả cầu ở mặt đất:

$$P = mg \Rightarrow g = \frac{P}{m} = \frac{40}{4} = 10\ m/s^2$$

Trọng lượng của quả cầu ở độ cao h = 3R:

$$P_h = mg_h$$

trong đó:

$$g = \frac{GM}{R^2};\ g_h = \frac{GM}{(R+h)^2} = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{P_h}{P} = \frac{g_h}{g} = \frac{R^2}{(R+h)^2} = \frac{R^2}{(R+3R)^2} = \frac{1}{16}$$

$$\Rightarrow g_h = \frac{1}{16}g$$

$$\Rightarrow P_h = \frac{1}{16}mg = \frac{1}{16}P = \frac{1}{16}.40 = 2,5\ N$$

Đáp số: $P_h = 2,5\ N$

Bài 7.3:

Hướng dẫn giải

Coi vệ tinh A và B chuyển động tròn đều quanh Trái đất với bán kính quĩ đạo lần lượt bằng R_A và R_B. Theo đề:

$$R_B = \frac{2}{3}R_A \quad (1)$$

Ta có:

$$F_{ht\,A} = m_A.\frac{v_A^2}{R_A} = m_A.g_A;\ F_{ht\,B} = m_B.\frac{v_B^2}{R_B} = m_B.g_B \quad (2)$$

Với:

$$g_A = G.\frac{M}{R_A^2};\ g_B = G.\frac{M}{R_B^2} \quad (3)$$

M = khối lượng của Trái Đất.

Thế (2), (3) vào (1) suy ra vận tốc của vệ tinh A và B là:

$$v_A^2 = g_A.R_A = G.\frac{M}{R_A^2}R_A = G.\frac{M}{R_A}$$

$$v_B^2 = g_B.R_B = G.\frac{M}{R_B^2}R_B = G.\frac{M}{R_B}$$

$$\Rightarrow v_B = \sqrt{\frac{R_A}{R_B}}.v_A = 3v_A = 9\ km/s$$

Đáp số: $v_B = 9\ km/s$

Bài 7.4:

Gia tốc trọng trường trên Thổ Tinh và trên Trái Đất lần lượt là:

$$g_T = G.\frac{M_T}{R_T^2};\ g_Đ = G.\frac{M_Đ}{R_Đ^2}$$

$$\Rightarrow \frac{g_T}{g_Đ} = \frac{M_T}{M_Đ}.\left(\frac{R_Đ}{R_T}\right)^2 = 95.\frac{1}{9,5^2} = 1,053$$

$$\Rightarrow g_T = 1,053g_Đ$$

Trọng lượng của một vật có khối lượng 100 kg trên Thổ tinh là:

$$P_T = m.g_T = 1,053mg_Đ = 1,053 . 100 . 10 = 1\,053 \text{ N}$$

Đáp số: $\boldsymbol{P_T = 1\,053\ N}$

Bài 7.5:

Điều kiện để dây không đứt là lực căng dây τ phải thỏa điều kiện:

$$\tau \geq P = mg$$

Lực căng nhỏ nhất mà dây phải chịu được để không bị đứt là:

$$\tau_{min} = P = mg = 12 .10 = 120 \text{ N}$$

Đáp số: $\boldsymbol{\tau_{min} = 120\ N}$

Bài 7.6:

a. Lực hấp dẫn khi chúng đặt cách nhau 20 m là:

$$F_{hd} = G\frac{m_1m_2}{r^2} = 6,68.10^{-11}\frac{20.20}{20^2} = 6,68.10^{-11} \text{ N}$$

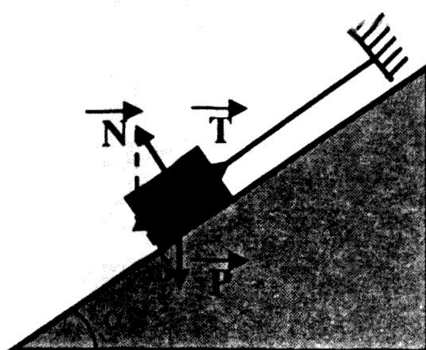
b. Lực hấp dẫn lớn nhất giữa chúng là khi khoảng cách giữa chúng nhỏ nhất $\Rightarrow$ Lúc hai quả cầu tiếp xúc nhau.

$$F_{max} = G\frac{m_1m_2}{r^2} = 6,68.10^{-11}.\frac{20.20}{(2.0,4)^2} = 4,175.10^{-8} \text{ N}$$

Đáp số: a. $\boldsymbol{F_{hd} = 6,68 . 10^{-11}\ N}$***; b.*** $\boldsymbol{F_{max} = 4,175.10^{-8}\ N}$

Bài 7.7:

a. Các lực tác dụng vào vật hình 7.1a:



Hình 7.1a

- Trọng lực $\vec{P}$ thẳng đứng hướng xuống.
- Phản lực $\vec{N}$ của mặt phẳng nghiêng, vuông góc với mặt phẳng nghiêng.
- Lực căng dây $\vec{T}$ hướng dọc theo dây.

o Ta có $\vec{T} \perp \vec{N}$ nên:

$$T = P\sin\alpha = mg\sin\alpha = 30 . 10 \sin 45^0 = 150\sqrt{2} \text{ N}$$

$$N = P\cos\alpha = mg\cos\alpha = 30 . 10 \cos 45^0 = 150\sqrt{2} \text{ N}$$

Đáp số: b. $\boldsymbol{T = N = \frac{P}{\sqrt{2}} = 150\sqrt{2}\ N}$

Bài 7.8:

Ta có:

$$F_{ms\ nghỉ} = ma \leq \mu mg$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{a}{g} = 0{,}25$$

Vậy hệ số ma sát nghỉ tối thiểu là $\mu_{min} = 0{,}25$ để chân người đó không bị trượt.

Đáp số: $\mu_{min} = 0{,}25$

Bài 7.9:

Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình 7.2a. Vì vật chuyển động thẳng đều nên theo định luật II Niutơn ta có:

$$\vec{F} + \vec{N} + \vec{P} = m\vec{a} = 0 \quad (1)$$

Chiếu (1) xuống trục Ox ta có:

$$F.\cos\alpha - P.\sin\alpha = 0$$

$$\Rightarrow P = mg = \frac{F\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{F}{tg\alpha} = \frac{40}{tg45^0} = 40 \text{ N}$$

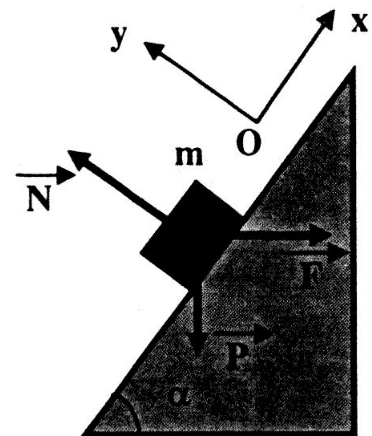
Khối lượng m của vật:

$$m = 4 \text{ kg}$$

Chiếu (1) xuống trục Oy ta có:

$$-F.\sin\alpha + N - P.\cos\alpha = 0$$

$$\Rightarrow N = F.\sin\alpha + P\cos\alpha$$



Hình 7.2a

Phản lực của mặt phẳng nghiêng tác dụng lên vật:

$$N = 40\sin45^0 + 40\cos45^0 = 40\sqrt{2} \text{ N}$$

Đáp số: $m = 4$ kg; $N = 40\sqrt{2}$ N

Bài 7.10:

$$\frac{M_{MT}}{M_Đ} = 318 \; ; \; \frac{R_{MT}}{R_{TĐ}} = 11{,}2$$

$R_Đ = 6375$ km ; $R_{HT} = 3395$ km ; $R_{KT} = 6050$ km ; $R_{MT} = 71\,490$ km

a. Gia tốc rơi tự do trên bề mặt của một hành tinh được tính bằng: $g = \frac{GM}{R^2}$

trong đó : g là gia tốc rơi tự do tại bề mặt của một hành tinh ; M là khối lượng của hành tinh ; R là bán kính của hành tinh ; G là hằng số hấp dẫn.

Gia tốc rơi tự do trên bề mặt của Trái Đất:

$$g_Đ = \frac{GM_Đ}{R_Đ^{\,2}} \quad (1)$$

Gia tốc rơi tự do trên bề mặt của Mộc Tinh:

$$g_{MT} = \frac{GM_{MT}}{R_{MT}^2} \quad (2)$$

Lấy (2) chia cho (1) vế theo vế ta có:

$$\frac{g_{MT}}{g_{TD}} = \frac{M_{MT}}{M_{TD}}.\left(\frac{R_{TD}}{R_{MT}}\right)^2$$

$$\Rightarrow g_{MT} = g_{TD}.\frac{M_{MT}}{M_{TD}}.\left(\frac{R_{TD}}{R_{MT}}\right)^2$$

Gia tốc rơi tự do trên bề mặt Mộc Tinh là:

$$g_{MT} = 9,81.318.\left(\frac{1}{11,2}\right)^2 = 24,87 \text{ m/s}^2$$

b. Trọng lượng của vật trên Trái Đất và trên Mộc Tinh lần lượt là :

$$P_{TD} = mg_{TD}$$

$$P_{MT} = mg_{MT}$$

Vậy trọng lượng của vật trên Mộc Tinh :

$$\Rightarrow P_{MT} = \frac{g_{MT}}{g_{TD}}.P_{TD} = \frac{24,87}{9,81}.20 = 50,7 \text{ N}$$

Đáp số: a) $g_{MT} = 24,87$ m/s^2; b) $P_{MT} = 50,7$ N

Bài 7.11:

$$n = 300 \text{ (vòng/phút)} = \frac{300}{60} = 5 \text{ vòng/giây}$$

a. Vận tốc góc:

$$\omega = 2\pi n = 2\pi.5 = 10\pi \text{ rad/s}$$

Chu kì quay:

$$T = \frac{1}{n} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ s}$$

b. Vận tốc dài:

$$v = \omega . R = 10\pi . 0,2 = 2\pi \text{ m/s}$$

Gia tốc hướng tâm

$$a_{ht} = \frac{v^2}{R} = \frac{(2\pi)^2}{0,5} = 80 \text{ m/s}^2$$

Đáp số: a. $\omega = 10\pi$ rad/s; T= 0,2 s; b. v = 2π m/s; $a_{ht} = 80$ m/s^2

Bài 7.12:

$$m = 2 \text{ tấn} = 2000 \text{ kg}; R = 160 \text{ m}; N = 0{,}75P$$

Các lực tác dụng vào ô tô ở vị trí cao nhất:

$$\vec{N} + \vec{P} = \vec{F}_{ht}$$

Chọn trục toạ độ hướng thẳng đứng chiều dương hướng xuống. Chiếu hệ thức trên lên trục toạ độ ta có:

$$P - N = F_{ht} = ma_{ht}$$

Gia tốc hướng tâm của xe tại điểm cao nhất:

$$\Rightarrow a_{ht} = \frac{P - N}{m} = \frac{0{,}25mg}{m} = 0{,}25.10 = 2{,}5 \text{ m/s}^2$$

Vận tốc của xe tại điểm cao nhất:

$$v = \sqrt{R.a_{ht}} = \sqrt{160.2{,}5} = 20 \text{ m/s}$$

Đáp số: $a_{ht} = 2{,}5$ ***m/s***^{2}***; v = 20 m/s***

Bài 7.13:

Coi vệ tinh chuyển động tròn đều quanh Trái đất với bán kính quĩ đạo bằng:

$$R' = R + h = 2R$$

Lực hướng tâm F_{ht} gây ra chuyển động tròn này của vệ tinh chính là lực hấp dẫn giữa Trái Đất với vệ tinh. Mà lực hấp dẫn này chính là trọng lực tác dụng lên vệ tinh ở độ cao h. Do đó:

$$F_{ht} = F_{hd} \qquad (1)$$

trong đó:

$$F_{ht} = m.\frac{v^2}{R'} = m.\frac{v^2}{2R} \qquad (2)$$

$$F_{hd} = P_h = m.g_h$$

$$g = G.\frac{M}{R^2}; \; g_h = G.\frac{M}{(R+h)^2}$$

$$\Rightarrow g_h = \frac{R^2}{(R+h)^2}.g = \frac{R^2}{(2R)^2}.g = \frac{g}{4} \qquad (3)$$

Thế (2), (3) vào (1) ta được:

$$m.\frac{v^2}{2R} = m.\frac{g}{4}$$

Vận tốc của vệ tinh là:

$$v = \sqrt{\frac{gR}{2}} = 5\ 657 \text{ m/s}$$

Áp dụng công thức:

$$v = R'\omega = R'.\frac{2\pi}{T}$$

Chu kỳ quay của vệ tinh:

$$T = \frac{2\pi R'}{v} = 14216{,}86 \text{ s} = 3{,}95 \text{ h}$$

Đáp số: v = 5 657 m/s; T = 3,95 giờ

Bài 7.14:

Điều kiện cân bằng khi treo quả cầu có khối lượng $m_1 = 200$ g

$$m_1g = k(l_1 - l_0) \qquad (1)$$

Điều kiện cân bằng khi treo quả cầu có khối lượng $m_2 = 400$ g

$$m_2g = k(l_2 - l_0) \qquad (2)$$

Lấy (2) chia cho (1) vế theo vế ta được:

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{(l_2 - l_0)}{(l_1 - l_0)} = 2$$

$$\Rightarrow l_0 = 2l_1 - l_2 = 2.62 - 64 = 60 \text{ cm}$$

Thế vào (1) suy ra:

$$k = \frac{m_1g}{l_1 - l_0} = \frac{0{,}2.10}{(62-60).10^{-2}} = 100 \text{ N/m}$$

Đáp số: l_0 = 60 cm; k = 100 N/m

CHỦ ĐỀ VIII
CHUYỂN ĐỘNG NÉM THẲNG ĐỨNG – NÉM NGANG

Bài 8.1:

a. Chọn trục Oy thẳng đứng, chiều dương hướng lên, gốc O ở vị trí ném.
Phương trình chuyển động của vật:

$$y = v_0t - \frac{1}{2}gt^2 \qquad (1)$$

Khi vật rơi xuống tới điểm A ta có $y = 0$, $t = 4$ s. Do đó:

$$y = v_0t - \frac{1}{2}gt^2 = 0$$

$$4v_0 - 5.4^2 = 0$$

$$\Rightarrow v_0 = 20\ m/s$$

b. Khi vật đạt độ cao lớn nhất v = 0. Áp dụng công thức:

$$v_1 = v_0 - gt_1 = 20 - 10t_1 = 0$$

Thời gian từ lúc ném vật đến lúc vật đạt độ cao cực đại là:

$$t_1 = 2\ s$$

Tọa độ của vật lúc vật đạt độ cao cực đại là:

$$y_1 = v_0t_1 - \frac{1}{2}gt_1^2 = 20 . 2 - 5 . 2^2 = 20\ m$$

Độ cao lớn nhất mà vật đạt được so với mặt đất là:

$$h_{max} = h_A + y_1 = 10 + 20 = 30\ m$$

c. Khi vật chạm đất tọa độ của vật là $y_{cd} = -10$ m.

$$y_{cd} = 20t_{cd} - 5t_{cd}^2 = -10$$

$$\Rightarrow t_{cd}^2 - 4t_{cd} - 2 = 0$$

$$\Rightarrow t_{cd} = 4{,}45\ s\ \text{(nhận)};\ t_{cd} = -0{,}45\ s < 0\ \text{(loại)}$$

Vậy thời gian từ lúc ném đến lúc vật chạm đất là:

$$t_{cd} = 4{,}45\ s$$

Vận tốc của vật lúc chạm đất:

$$v_{cd} = v_0 - gt_{cd} = 20 - 10 . 4{,}45 = -24{,}5\ m/s$$

Đáp số: a) $v_0 = 20$ m/s; b) $h_{max} = 30$ m; c) $t_{cd} = 4{,}45$ s; $v_{cd} = -24{,}5$ m/s

Bài 8.2:

Chọn hệ trục tọa độ Ox nằm ngang, Oy thẳng đứng hướng xuống, gốc O là vị trí thả bom. Ta có:

$$h = 8\ km = 8000m;\ v_0 = 540\ km/h = 150\ m/s$$

$$v_{0x} = v_0 = 150\ m/s;\ v_{0y} = 0;\ a_y = 0$$

- Chuyển động của quả bom theo phương Ox là chuyển động thẳng đều có phương trình chuyển động:

$$x = v_{0x}t = 150t\quad (m; s)\quad (1)$$

- Chuyển động của quả bom theo phương Oy là chuyển động rơi tự do có phương trình chuyển động:

$$y = \frac{gt^2}{2} = 5t^2\quad (m; s)\quad (2)$$

- Từ (1) và (2) suy ra phương trình quĩ đạo của quả bom:

$$y = \frac{x^2}{4500}$$

Khi x = L = tầm xa thì y = h = 8000 m. Do đó:

$$h = \frac{L^2}{4500}$$

Tầm xa của quả bom

$$L = \sqrt{4500.8000} = 6000 \text{ m} = 6 \text{ km}$$

Vậy phải thả bom cách mục tiêu 6 km.

Đáp số: L = 6 km

Bài 8.3:

$$h = 80 \text{ m},\ v_đ = 50 \text{ m/s}$$

Thời gian vật chạm đất:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2.80}{10}} = 4 \text{ s}$$

Ta có vật tốc của vật lúc chạm đất:

$$v_{cđ}^2 = v_x^2 + v_y^2$$

trong đó:

$$v_x = v_{0x} = v_0$$

$$v_y = gt = 10 \,.\, 4 = 40 \text{ m/s}$$

Vậy vận tốc ban đầu của vật là:

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{v_{cđ}^2 - v_y^2} = \sqrt{50^2 - 40^2} = 30 \text{ m/s}$$

Tầm xa của vật là:

$$L = v_0 t = 30 \,.\, 4 = 120 \text{ m}$$

Đáp số: v_o = 30 m/s; L = 120 m

Bài 8.4:

a. Chọn trục Ox nằm ngang; Oy thẳng đứng hướng xuống, gốc O ở vị trí thả vật A, gốc thời gian là lúc thả vật.

- Phương trình chuyển động của vật A là chuyển động rơi tự do:

$$y_A = \frac{1}{2}gt^2 = 5t^2 \qquad (1)$$

- Phương trình chuyển động của vật B là chuyển động chậm dần đều có gia tốc a = g, vận tốc đầu $v_0 = -20$ m/s:

$$y_B = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2}gt^2 = 60 - 20t + 5t^2 \qquad (2)$$

Lúc hai vật gặp nhau ta có: $y_A = y_B$.

Từ (1) và (2) suy ra:

$$5t_{vc}^2 = 60 - 20t_{vc} + 5t_{vc}^2$$

Thời gian từ lúc ném đến lúc hai vật va chạm nhau là:

$$t_{vc} = 3\ s$$

- Quãng đường vật A đi được trong thời gian đó:

$$s_A = y_A = 5.t_{vc}^2 = 5\ .\ 3^2 = 45\ m$$

- Thời gian từ lúc ném vật B đến lúc vật B đạt độ cao cực đại là khi vận tốc $v_B = 0$:

$$v_{B1} = v_0 + gt_1 = -20 + 10t_1 = 0$$

$$\Rightarrow t_1 = 2\ s < t_{vc} = 3\ s$$

Tọa độ của vật B lúc đạt độ cao cực đại là:

$$y_{B1} = y_0 + v_0 t_1 + \frac{1}{2}gt_1^2 = 60 - 20\ .\ 2 + 5\ .\ 2^2 = 40\ m$$

Như vậy sau 2 s vật B đã đạt độ cao cực đại và rơi xuống. Do đó lúc hai vật va chạm nhau là lúc vật B đang đi xuống đến tọa độ y_{B2} với:

$$y_{B2} = 60 - 20t_{vc} + 5t_{vc}^2 = 60 - 20\ .\ 3 + 5\ .\ 3^2 = 45\ m$$

Vậy quãng đường vật B đi được trong thời gian đó:

$$s_B = |y_{B1} - y_0| + |y_{B2} - y_{B1}| = |40 - 60| + |45 - 40| = 25\ m$$

b. Vận tốc của vật A lúc va chạm:

$$v_A = gt_{vc} = 10\ .\ 3 = 30\ m/s$$

Vận tốc của vật B lúc va chạm:

$$v_B = v_0 + gt_{vc} = -20 + 10t_{vc} = -20 + 10\ .\ 3 = 10\ m/s$$

***Đáp số:** a) $t_{vc} = 3s$; $s_A = 45\ m$; $s_B = 25\ m$; b) $v_A = 30\ m/s$; $v_B = 10\ m/s$*

CHỦ ĐỀ IX – PHƯƠNG PHÁP ĐỘNG LỰC HỌC

Bài 9.1:

Lực ma sát tác dụng lên xe:

$$F_{ms} = \mu N = \mu mg = 0,2\ .\ 2000\ .\ 10 = 4000\ N$$

Áp dụng định luật II Niu–tơn ta có gia tốc xe:

$$a = \frac{F - F_{ms}}{m} = \frac{6000 - 4000}{2000} = 1 \text{ m/s}^2$$

Vật tốc xe đạt được ở cuối khoảng thời gian đó:

$$v = v_0 + at = 0 + 1 \,.\, 20 = 20 \text{ m/s}$$

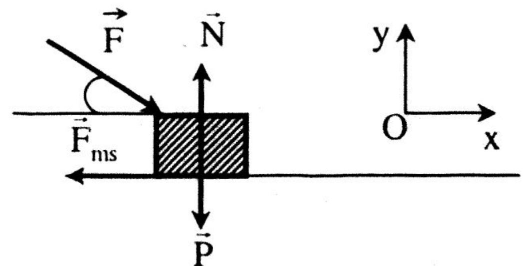
Quãng đường xe đi được trong 20 s đầu tiên đó là:

$$s = v_0t + \frac{at^2}{2} = 0 + \frac{1.20^2}{2} = 200 \text{ m}$$

Đáp số: v = 20 m/s; s = 200 m

Bài 9.2:

$m = 40$ kg; $\mu = 0{,}2$; $F = 200$ N; $\alpha = 30^o$



Hình 9.2

Từ hình 9.2 ta có hợp lực tác dụng lên vật

$\vec{F}_{ms} + \vec{P} + \vec{N} + \vec{F} = m\vec{a}$ (1)

Chiếu phương trình (1) lên phương Oy ta có:

$$N - P - F\sin\alpha = 0$$

$$\Leftrightarrow N = mg + F\sin\alpha \quad (2)$$

Chiếu phương trình (1) lên phương Oy ta có:

$$F\cos\alpha - F_{ms} = ma$$

$$\Rightarrow F\cos\alpha = ma + F_{ms}$$

$$a = \frac{F\cos\alpha - F_{ms}}{m} = \frac{F\cos\alpha - \mu N}{m}$$

$$a = \frac{F\cos\alpha - \mu(mg + F\sin\alpha)}{m}$$

$$\Rightarrow a = \frac{200.\cos 30^0 - 0{,}2.(40.9{,}8 + 200\sin 30^0)}{40} = 1{,}87 \text{ m/s}^2$$

Đáp số: a = 1,87 m/s²

Bài 9.3:

Xét trường hợp hệ vật: ngoại lực tác dụng vào hệ là trọng lực $\vec{P}_A, \vec{P}_B$

Áp dụng định luật II Niutơn cho hệ hai vật ta có:

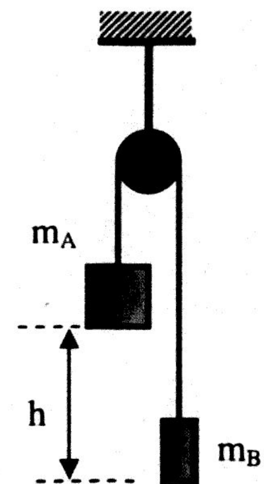
$$\vec{P}_A + \vec{P}_B = (m_A + m_B)\,\vec{a} \quad (1)$$

Vì $m_A > m_B$ nên hệ sẽ chuyển động theo chiều A đi xuống và B đi lên.

Chiếu (1) xuống phương chuyển động, chọn chiều dương là chiều chuyển động của hệ, ta có:

$$P_A - P_B = (m_A - m_B)g = (m_A + m_B)a$$

Gia tốc chuyển động của hệ là:



Hình 9.3

$$a = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B}g = \frac{2-1}{2+1}.10 = \frac{10}{3}\ m/s^2$$

Chọn trục tọa độ Oy thẳng đứng, gốc O ở vị trí lúc đầu của vật B, chiều dương hướng lên. Khi đó:

$$y_{0A} = h = 1,2\ m;\ v_{0A} = 0;\ a_A = -a = -\frac{10}{3}\ m/s^2$$

$$y_{0B} = 0;\ v_{0B} = 0;\ a_y = a = \frac{10}{3}\ m/s^2$$

Phương trình chuyển động của:

- Vật A:

$$y_A = y_{0A} + v_{0A}t - \frac{at^2}{2} = 1,2 - \frac{5}{3}t^2 \qquad (2)$$

- Vật B:

$$y_A = v_{0B}t + \frac{at^2}{2} = \frac{5}{3}t^2 \qquad (3)$$

Thời điểm để hai vật ở cùng một độ cao khi: $y_A = y_B$

Từ (2) và (3) suy ra:

$$1,2 - \frac{5}{3}t^2 = \frac{5}{3}t^2$$

Thời gian từ lúc bắt đầu chuyển động đến lúc hai vật ở cùng một độ cao là:

$$\frac{10}{3}t^2 = 1,2 \Rightarrow t = 0,6\ s$$

Đáp số: t = 0,6 s

Bài 9.4:

Gọi m = khối lượng của đầu tàu và mỗi toa tàu.

Khối lượng của cả đoàn tàu là 12 m.

Khối lượng của đầu đoàn tàu khi bị cắt bằng 9m.

Khối lượng của các toa đuôi tàu khi bị cắt bằng 3m.

Lúc đầu cả đoàn tàu đang chuyển động đều với vận tốc không đổi $v_0 = 36$ km/h. Do đó theo định luật I Niu–tơn:

$$\vec{F}_k + \vec{F}_{ms} = 0$$

$$\Rightarrow F_k = -F_{ms} = 12\mu mg$$

Khi ba toa tàu bị tách khỏi đoàn tàu thì lực ma sát sẽ là cho các toa này chuyển động chậm dần đều với gia tốc:

$$a_1 = \frac{F_{ms1}}{3m} = -\frac{3\mu mg}{3m} = -\mu g$$

Thời gian để ba toa này từ lúc bị tách ra đến lúc dừng lại là:

$$v_1 = v_0 + a_1 t = 0$$

$$\Rightarrow t = -\frac{v_0}{a_1} = \frac{v_0}{\mu g}$$

Gia tốc của phần đầu đoàn tàu khi đó được tính bởi:

$$\vec{F}_k + \vec{F}_{ms2} = 9m\vec{a}_2$$

$$\Rightarrow F_k + F_{ms2} = 12\mu mg - 9\mu mg = 3\mu mg = 9ma_2$$

$$\Rightarrow a_2 = \frac{\mu g}{3}$$

Vận tốc của đầu tàu ở thời điểm các toa bị cắt rời dừng lại:

$$v_2 = v_0 + a_2 t = v_0 + \frac{\mu g}{3}.\frac{v_0}{\mu g} = \frac{4}{3}v_0$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{4}{3}.36 = 48 \text{ km/h}$$

***Đáp số:** $v_2 = 48$ km/h*

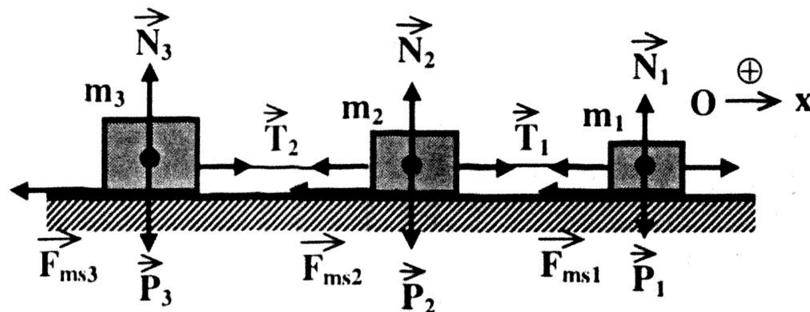
3ài 9.5:

Hướng dẫn giải

Chọn trục tọa độ Ox có phương nằm ngang, chiều dương là chiều chuyển động của hệ như hình 9.4.

Cả ba vật chuyển động với cùng gia tốc a của hệ.

Áp dụng định luật II Niutơn cho mỗi vật ta có:



Hình 9.4

+ Với m_1:

$$\vec{F} + \vec{P}_1 + \vec{N}_1 + \vec{T}_1 + \vec{F}_{ms1} = m_1 a \quad (1)$$

Chiếu (1) lên phương chuyển động:

$$F - F_{ms1} - T_1 = m_1 a$$

+ Với m_2:

$$\vec{P}_2 + \vec{N}_2 + \vec{T}_2 + \vec{T}_1 + \vec{F}_{ms2} = m_2 a \quad (2)$$

Chiếu (1) lên phương chuyển động:

$$T_1 - F_{ms2} - T_2 = m_2 a$$

+ Với m_3:

$$\vec{P}_3 + \vec{N}_3 + \vec{T}_2 + \vec{F}_{ms3} = m_3 a \quad (3)$$

Chiếu (3) lên phương chuyển động:

$$T_2 - F_{ms3} = m_3 a$$

Dựa trên ba phương trình chiếu trên trục tọa độ ta có:

$$a = \frac{F - kg(m_1 + m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{33 - 0{,}5.10.6}{6} = 0{,}5\ m/s^2$$

Lực căng dây:

$$T_1 = F - F_{ms1} - m_1.a = 33 - 0{,}5.1.10 - 1.0{,}5 = 27{,}5\ N$$

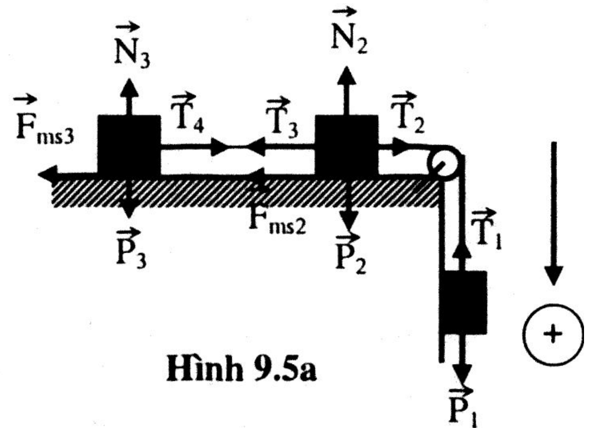
$$T_2 = F_{ms3} + ma = 0{,}5.3.10 + 3.0{,}5 = 16{,}5\ N$$

Đáp số: ***$a = 0{,}5\ m/s^2$; $T_1 = 27{,}5\ N$; $T_2 = 16{,}5\ N$***

Bài 9.6:

Hướng dẫn giải

a. Ba vật được nối với nhau bằng sợi dây không dãn do đó chúng chuyển động với cùng gia tốc a hình 9.5a.



Hình 9.5a

Xét vật 1 : $mg - T_1 = ma$

Xét vật 2 : $T_2 - T_3 - F_{ms2} = ma$

Xét vật 3 : $T_4 - F_{ms3} = ma$

Mà: $T_1 = T_2 = T$; $T_3 = T_4 = T'$

$$\Rightarrow \begin{cases} mg - T = ma & (1) \\ T - T' - F_{ms} = ma & (2) \\ T' - F_{ms} = ma & (3) \end{cases}$$

Cộng ba phương trình vế theo vế ta có :

$$mg - 2F_{ms} = 3ma$$

$$\Rightarrow mg - 2\mu mg = 3ma$$

$$\Rightarrow a = \frac{1 - 2\mu}{3} g = \frac{1 - 2.0{,}2}{3}.10 = 2\ m/s^2$$

$$\Rightarrow T = mg - ma = m(g - a) = 0{,}1(10 - 2) = 0{,}8\ N$$

Từ (3) $\Rightarrow T' = m(a + \mu g) = 0{,}1(2 + 0{,}2.10) = 0{,}4\ N$

b. Vận tốc của hai vật trên bàn lúc dây đứt (t = 1 s):

$$v_o = a.t = 2\ m/s$$

Gia tốc của hai vật trên bàn sau khi dây đứt :

$$a' = \frac{-F_{ms}}{2m} = -\frac{2\mu mg}{2m} = -\mu g = -2\ m/s^2$$

Áp dụng công thức :

$$v_t^2 - v_o^2 = 2a's$$

Quãng đường hai vật trên bàn đi được kể từ khi dây đứt :

$$\Rightarrow s = \frac{-v_o^2}{2a'} = -\frac{2^2}{2(-2)} = 1 \text{ m}$$

Đáp số: a) a = 2 m/s²; T = 0,8 N ; b) s = 1 m

CHƯƠNG III
CÂN BẰNG VÀ CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT RẮN

CHỦ ĐỀ X
CÂN BẰNG CỦA VẬT RẮN KHÔNG QUAY

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. Điều kiện cân bằng của một vật chịu tác dụng của hai lực

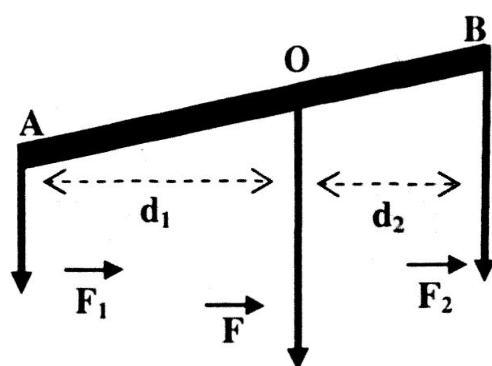
$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0 \Rightarrow F_1 = F_2$$

2. Qui tắc tổng hợp hai lực

a. Hai lực có giá đồng qui

- Phải trượt hai lực đó trên giá của chúng đến điểm đồng qui.
- Áp dụng qui tắc hình bình hành để tìm hợp lực.

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$



Hình 10.1

b. Hai lực song song

❖ ***Hợp hai lực song song cùng chiều (hình 10.1)***

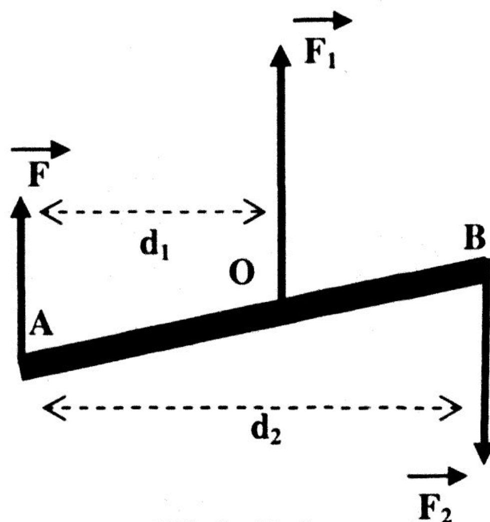
$$F = F_1 + F_2$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1} \text{ (chia trong)}$$

❖ ***Hợp hai lực song song trái chiều (hình 10.2)***

- Song song và cùng chiều với lực thành phần nào có độ lớn lớn hơn.
- Có độ lớn bằng hiệu hai độ lớn của hai lực thành phần.

$$F = F_1 - F_2$$



Hình 10.2

- Giá của hợp lực nằm trong mặt phẳng của hai lực thành phần và thỏa điều kiện:

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{F_1}{F_2} \text{ (Chia ngoài)}$$

3. *Điều kiện cân bằng của một vật rắn chịu tác dụng của ba lực*

a. *Ba lực không song song*

- Ba lực phải có giá đồng phẳng và đồng qui.
- Hợp lực của hai lực phải cân bằng với lực thứ ba.

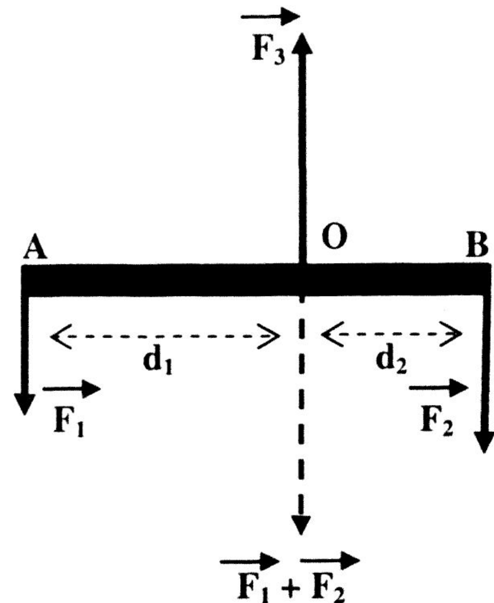
$$\vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} = 0$$

b. *Ba lực song song (hình 10.3)*

- Ba lực đó phải có giá đồng phẳng.
- Lực ở trong phải ngược chiều với hai lực ở ngoài.
- Hợp lực của hai lực ở ngoài phải cân bằng với lực ở trong.
- Từ hình 10.3: $\vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} = 0$

$$F_3 = F_1 + F_2$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}$$ **(chia trong)**



Hình 10.3

4. *Cân bằng của vật rắn trên giá đỡ nằm ngang (có mặt chân đế)*

- ***Mặt chân đế***

Mặt chân đế của một vật là mặt đáy có hình đa giác lồi nhỏ nhất chứa tất cả các điểm tiếp xúc.

- ***Điều kiện cân bằng của một vật có mặt chân đế***

Giá của trọng lực phải đi qua mặt chân đế hay trọng tâm "rơi" trên mặt chân đế.

5. *Trọng tâm của một vật rắn*

a. *Định nghĩa*

Trọng tâm của vật rắn là điểm đặt của trọng lực tác dụng lên vật.

b. *Tính chất của trọng tâm*

- Mọi lực tác dụng vào vật mà có giá đi qua trọng tâm sẽ làm vật chuyển động tịnh tiến.
- Mọi lực tác dụng vào vật mà có giá không đi qua trọng tâm sẽ làm vật chuyển động vừa quay vừa tịnh tiến.

Khi một vật chuyển động tịnh tiến ta có thể tính gia tốc chuyển động của nó như tính gia tốc của một chất điểm:

$$a = \frac{F}{m}$$

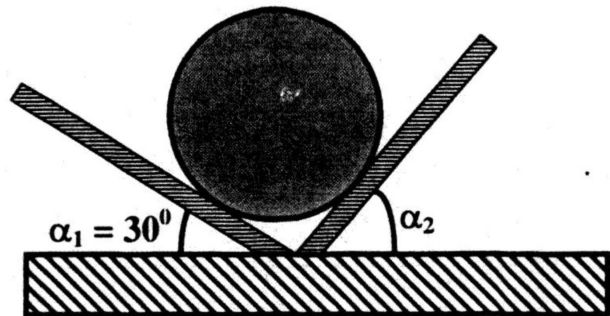
trong đó: m = khối lượng vật rắn; F = hợp lực có giá đi qua trọng tâm.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Điều kiện cân bằng của một vật chịu tác dụng của hai lực - Qui tắc hợp hai lực

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0 \Rightarrow F_1 = F_2$$

Bài 1: ***Hai mặt phẳng đỡ tạo với mặt phẳng nằm ngang các góc $\alpha_1 = 30^0$ và α_2. Trên hai mặt đó người ta đặt một quả cầu đồng chất có khối lượng 20 kg như hình 10.4. Tính áp lực của quả cầu lên mỗi mặt phẳng đỡ và góc α_2. Lấy $g = 10\ m/s^2$.***



Hình 10.4

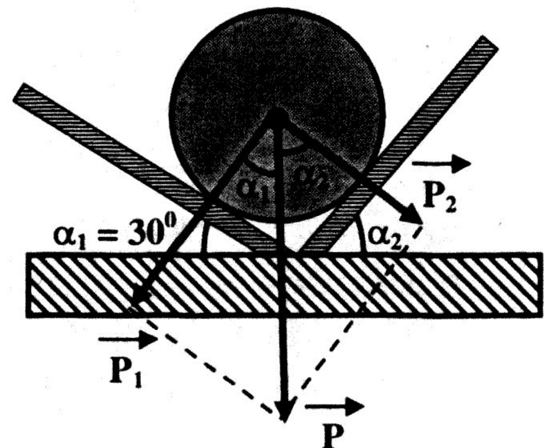
Giải

Trọng lực tác dụng lên quả cầu là:

$$P = mg = 20 . 10 = 200\ N$$

Áp lực của quả cầu lên mỗi mặt phẳng đỡ là $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$ với:

$$\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$$



Hình 10.4a

Từ hình 10.4a ta có:

$$P_1 = P\cos\alpha_1 = 200.\cos 30^o = 100\sqrt{3}\ N$$

$$\alpha_2 = 90^0 - \alpha_1 = 60^0$$

Theo định lí Pitago:

$$P_2 = \sqrt{P^2 - P_1^2}$$

$$\Rightarrow P = \sqrt{200^2 - (100\sqrt{3})^2} = 100\ N$$

***Đáp số:** $P_1 = 100\sqrt{3}\ N$; $P_2 = 100\ N$; $\alpha_2 = 60^0$*

Bài 2: ***Một vật mỏng hình chữ nhật có khối lượng m = 0,5 kg được dán chặt lên tường. Hệ số ma sát giữa tường với vật là 0,7. Hỏi áp lực ép vật lên tường tối thiểu bằng bao nhiêu để vật không bị rơi xuống.***

Giải

Điều kiện để vật dính trên tường mà không bị rơi xuống là lực ma sát nghỉ giữa tường và vật $\vec{F}_{ms}$ cân bằng với trọng lực $\vec{P}$ tác dụng lên vật.

$$\vec{F}_{msn} \geq - \vec{P}$$

$$\Rightarrow F_{ms\ min} = P \Rightarrow \mu N_{min} = mg$$

Với $\vec{N}$ là áp lực của vật tác dụng lên tường; $F_{ms\ min} = \mu N_{min}$

Áp lực tối thiểu ép vật lên tường để vật không bị rơi xuống là:

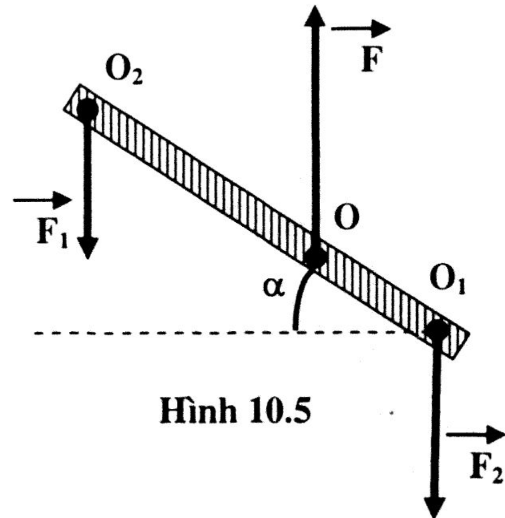
$$N_{min} = \frac{mg}{\mu} = \frac{1,4.10}{0,7} = 20 \text{ N}$$

Đáp số: $N_{min} = 20$ ***N***

2. Điều kiện cân bằng của một vật rắn chịu tác dụng của ba lực

$$\vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} = 0$$

Bài 3: ***Một vật cân bằng dưới tác dụng đồng thời của ba lực song song đồng phẳng như hình 10.5. Biết F = 90 N, OO_1 = 30 cm; OO_2 = 60 cm góc $\alpha = 60^0$. Tính F_1, F_2.***



Hình 10.5

Giải

Điều kiện cân bằng của ba lực: $F = F_1 + F_2 = 90$ N

$OO_1 = 30$ cm; $OO_2 = 60$ cm; $\alpha = 60^0$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{OO_2 . \cos\alpha}{OO_1 . \cos\alpha} = \frac{60}{30} = 2$$

$$F_1 = 2F_2$$

$$\Rightarrow F_1 = 60 \text{ N}; F_2 = 30 \text{ N}$$

Đáp số: $F_1 = 60$ ***N;*** $F_2 = 30$ ***N***

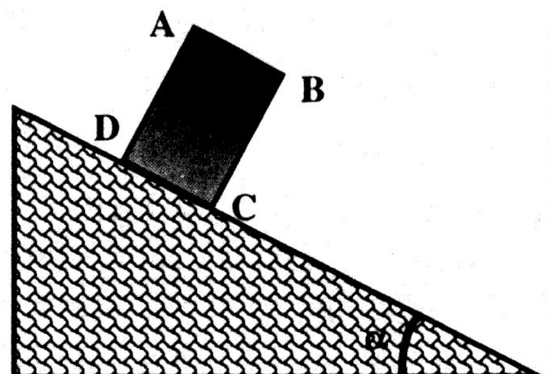
3. Cân bằng của vật rắn có mặt chân đế - Trọng tâm của một vật rắn

Bài 4: ***Một khối hình trụ đồng chất có khối lượng m = 3 kg, chiều cao h = 30 cm, bán kính mặt đáy R = $10\sqrt{3}$ cm đặt trên mặt phẳng nghiêng một góc α như hình 10.6. Biết hệ lực ma sát của mặt phẳng nghiêng và khối trụ bằng 0,707.***

a. Xác định trọng tâm của khối trụ.

b. Tính góc giới hạn α_m của mặt phẳng nghiêng trong hai trường hợp sau:

- *Khối trụ chưa bị trượt xuống.*
- *Khối trụ chưa bị lật nhào.*



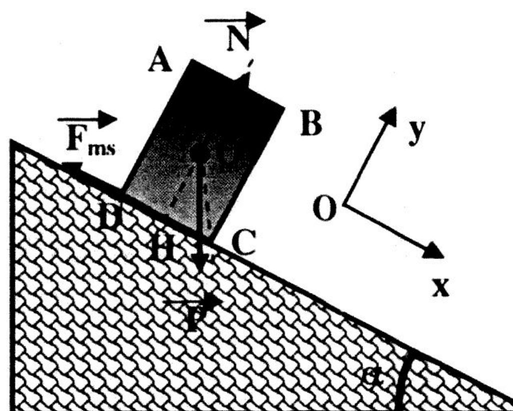
Hình 10.6

Giải

a. Trọng tâm của khối trụ là điểm đặt O của trọng lực P, O là tâm của khối trụ.

b. Khi đặt khối trụ lên mặt phẳng nghiêng như hình 10.6, có các khả năng sau:

- Vật đứng yên ở đó.
- Vật trượt xuống.
- Vật đổ nhào.



Hình 10.6a

❖ Các lực tác dụng vào khối trụ gồm:

Trọng lực P: P = mg

Phản lực N: N = Pcosα

Lực ma sát: $F_{ms} = \mu N = \mu P\cos\alpha$

Phương trình chuyển động của khối gỗ khi bị trượt xuống là:

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{ms} = m\vec{a}$$

Chiếu lên phương Ox: $P\sin\alpha - F_{ms} = ma$

Điều kiện để vật không bị trượt xuống $a \le 0$

$$\Rightarrow P\sin\alpha \le F_{ms} = \mu P\cos\alpha \Rightarrow tg\alpha \le \mu = 0{,}707$$

$$\Rightarrow \alpha \le 45^0 \Rightarrow \alpha_m = 45^0$$

❖ Điều kiện để vật không bị lật nhào là giá của trọng lực phải rơi vào mặt chân đế, tức là phải rơi vào khoảng CD. Mà giá của trọng lực nằm ở giao điểm O của hai đường chéo AC và BD.

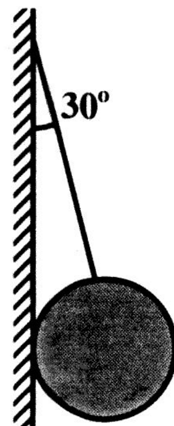
Từ hình 10.6a điều kiện giới hạn để khối trụ đứng yên không bị lật nhào là giá của trọng lực trùng với đường AC. Do đó:

$$tg\alpha_m = \frac{HC}{HO} = \frac{\frac{R}{2}}{\frac{h}{2}} = \frac{R}{h} = \frac{10\sqrt{3}}{30} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \alpha_m = 30^0$$

Đáp số: b) $\alpha_{m\ trượt} = 45^0$; $\alpha_{m\ lật} = 30^0$

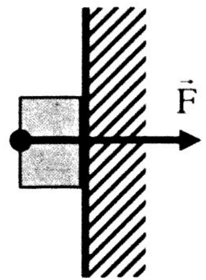
C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 10.1: Một quả cầu có trọng lượng P = 30 N được treo vào tường nhờ một sợi dây làm với tường một góc α = 30°. Bỏ qua ma sát ở chỗ tiếp xúc giữa quả cầu và tường. Hãy xác định lực căng của dây và phản lực của tường tác dụng lên quả cầu. (hình 10.7)



Hình 10.7

Bài 10.2: Người ta dùng một lực ngang F = 29,4 N để ép một vật vào tường như hình 10.8. Hệ số ma sát nghỉ giữa vật và tường là $\mu = 0,5$. Lấy $g = 9,8\ m/s^2$.



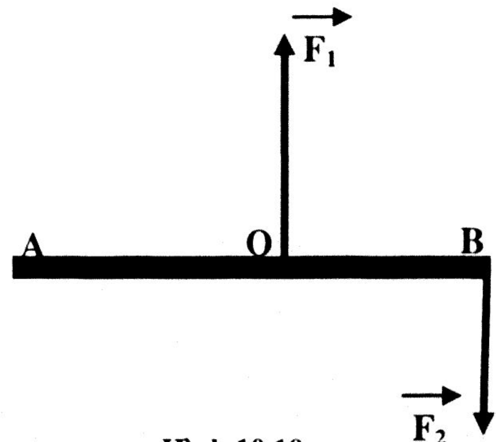
Hình 10.8

a. Muốn giữ được vật đứng yên thì khối lượng của vật tối đa bằng bao nhiêu?

b. Xác định lực mà tường tác dụng lên vật. Vẽ hình biểu diễn lực đó.

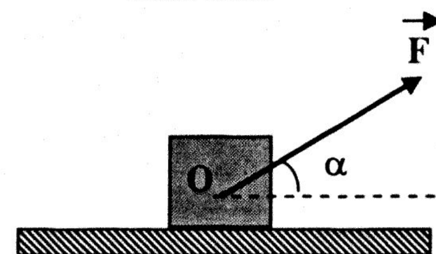
Bài 10.3: Hai người dùng một chiếc gậy dài 1,8 m để khiêng một kiện hàng có khố lượng 90 kg. Biết lực tác dụng của kiện hàng lên vai người thứ nhất là 60 N. Xác định lực tác dụng của kiện hàng lên vai người thứ hai và điểm tre kiện hàng cách vai mỗi người là bao nhiêu? Bỏ qua trọng lượng của gậy Lấy $g = 10\ m/s^2$.

Bài 10.4: Một ván gỗ chiều dài AB = 1,8 m chịu tác dụng đồng thời của hai lực $F_1 = 300$ N đặt tại đầu B, $F_2 = 100$ N có phương, chiều và điểm đặt tại O như hình 10.10. Hỏi phải đặt tại đầu A một lực F_3 có phương chiều và độ lớn bằng bao nhiêu để ván gỗ cân bằng. Tính khoảng cách OA. Bỏ qua trọng lượng của ván gỗ.



Hình 10.10

Bài 10.5: Một vật có khối lượng m = 30 kg chuyển động trên mặt sàn nằm ngang dưới tác dụng của một lực $\vec{F}$ làm với hướng chuyển động một góc $\alpha = 30^0$ như hình 10.11. Hệ số ma sát trượt giữa vật với sàn nhà là $\mu_t = 0,25$. Tính độ lớn của lực F để:

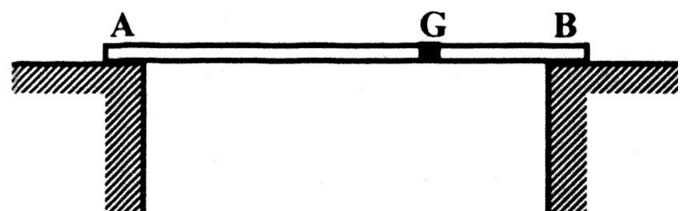


Hìmh 10.11

a. Vật chuyển động với gia tốc $a = 2,5\ m/s^2$.

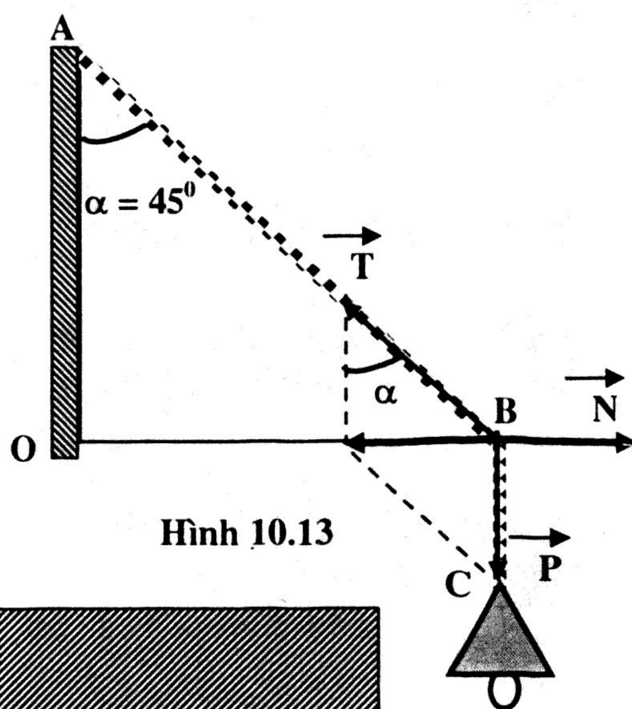
b. Vật chuyển động thẳng đều. Lấy $g = 10\ m/s^2$.

Bài 10.6: Một cây cầu dài 80 m được bắc qua một con kênh như hình 10.12. Lực mà cầu tác dụng lên hai bờ kênh tại hai đầu cầu A, B lần lượt là $F_A = 4.10^5$ N, $F_B = 6.10^5$ N. Tính khối lượng của cầu và trọng tâm của cầu cách đầu A một khoảng bằng bao nhiêu? Lấy $g = 10\ m/s^2$.



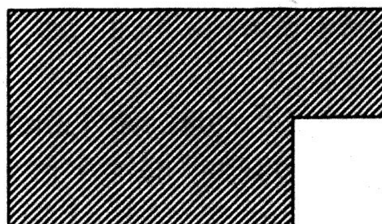
Hình 10.12

Bài 10.7: Một chiếc đèn được treo vào tường nhờ một dây xích AB. Muốn cho đèn ở xa tường người ta dùng một thanh chống nằm ngang, một đầu tì vào tường, còn đầu kia tì vào điểm B của dây như hình 10.13. Cho biết đèn có khối lượng 4 kg và dây xích hợp với tường một góc 45^0. Tính lực căng của các đoạn dây xích AB, BC và phản lực của thanh. Lấy $g = 10\ m/s^2$.

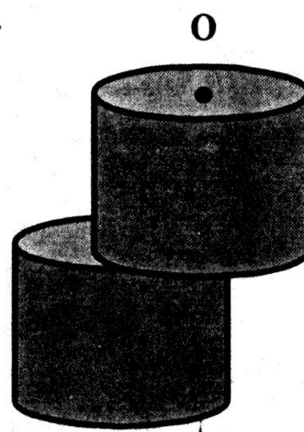


Hình 10.13

Bài 10.8: Hãy xác định trọng tâm của một bản mỏng, đồng chất, hình chữ nhật, dài 12 cm, rộng 6 cm, bị cắt mất một mẩu hình vuông có cạnh 3 cm hình 10.14.


Hình 10.14

Bài 10.9: Hai khối hình trụ giống hệt nhau có bán kính tiết diện là R = 20 cm được chồng lên nhau như hình 10.15. Hỏi khoảng cách giữa tâm của hai mặt tiết diện xa nhất bằng bao nhiêu mà hình trụ trên chưa bị đổ.



Hình 10.15

CHỦ ĐỀ XI
CÂN BẰNG CỦA VẬT RẮN CÓ TRỤC QUAY CỐ ĐỊNH

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. Tác dụng của lực đối với một vật có trục quay cố định

- Lực chỉ gây ra tác dụng quay khi giá của lực không đi qua trục quay.
- Giá của lực càng xa trục quay thì tác dụng làm quay vật càng mạnh.
- Vật chỉ đứng yên nếu lực tác dụng có giá đi qua trục quay.

2. Mô men lực

Mô men của một lực $\vec{F}$ vuông góc với trục quay là đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực quanh trục đó và được đo bằng tích của lực với cánh tay đòn của nó.

$$M = F.d$$

Cánh tay đòn là khoảng cách từ trục quay đến giá của lực.

Đơn vị của mômen lực: **N.m**

3. Điều kiện cân bằng của một vật rắn có trục quay cố định

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$\sum_{phải} M = \sum_{Trái} M$$

4. Ngẫu lực

Hai lực song song, ngược chiều và có độ lớn bằng nhau, nhưng có giá khác nhau và cùng tác dụng vào một vật gọi là ngẫu lực.

$$F_1 = F_2 = F$$

5. Mô men của ngẫu lực

- Đặc trưng cho tác dụng làm quay vật rắn của ngẫu lực

$$M = F_1.d_1 + F_2.d_2$$

$$M = F(d_1 + d_2) = F.d$$

trong đó: $F = F_1 = F_2$

$d = d_1 + d_2 =$ khoảng cách giữa hai giá của hai lực $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$.

- Đơn vị của mômen ngẫu lực: **N.m**
- ***Đặc điểm của mô men ngẫu lực***

Không phụ thuộc vào vị trí của trục quay vuông góc với mặt phẳng của ngẫu lực.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

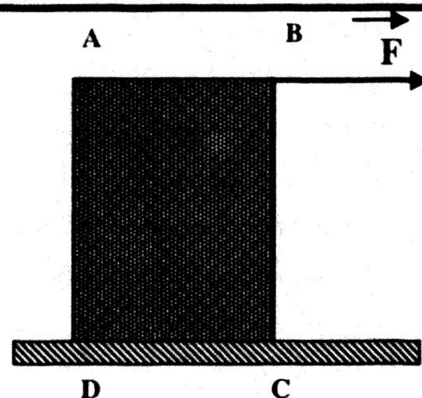
1. Điều kiện cân bằng của một vật rắn có trục quay cố định

$$\sum \vec{F} = \vec{0};\ \sum_{phải} M = \sum_{Trái} M$$

Bài 1: ***Một vật đồng chất hình hộp có khối lượng m, cạnh AB = a = 60 cm, cạnh BC = b = 80 cm. Người ta tác dụng một lực F lên điểm B theo phương vuông góc với BC như hình 12.1. Khi lực tác dụng đạt giá trị F = 25 N thì khối gỗ bắt đầu bị đổ.***

a. Xác định trọng tâm của vật.

b. Tính khối lượng m của vật.



Hình 11.1

Giải

a. Trọng tâm của khối gỗ là điểm đặt O của trọng lực P, O là giao điểm của các đường chéo của hình hộp chữ nhật hình 11.1a.

b. Các lực tác dụng vào khối gỗ là trọng lực P có điểm đặt tại tâm O của khối gỗ và lực F có điểm đặt tại B.

Điều kiện để khối gỗ chưa bị đổ:

$$M_P \geq M_F$$

$$\Rightarrow P.d_P \geq F.d_F$$

Trong đó:

$$d_P = \frac{a}{2} = 30 \text{ cm}$$

$d_F = b = 80$ cm

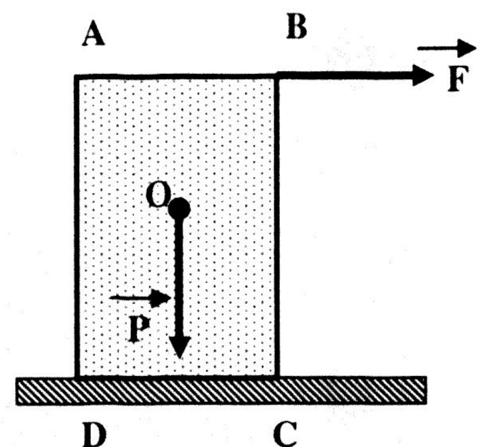
Lực tác dụng để khối gỗ bắt đầu đổ là:

$$F.d_F = P.d_P = mgd_P$$

Khối lượng của khối gỗ là:

$$\Rightarrow m = \frac{F.d_F}{gd_P} = \frac{24.80}{10.30} = 6{,}4 \text{ kg}$$

Đáp số: m = 6,4 kg



Hình 11.1a

2. Ngẫu lực – Mômen ngẫu lực

$$F_1 = F_2 = F$$

$$M = F_1.d_1 + F_2.d_2$$

$$M = F(d_1 + d_2) = F.d$$

Bài 2: ***Một vật chịu tác dụng của một ngẫu lực có độ lớn $F_1 = F_2 = F = 15$ N. Cánh tay đòn của ngẫu lực là d = 40 cm. Tính mô men của ngẫu lực.***

Giải

Mômen của ngẫu lực:

$$M = F.d = 15 \,.\, 0{,}4 = 6 \text{ N.m}$$

Đáp số: M = 6 N.m

Bài 3: ***Một vật rắn phẳng, mỏng có dạng một hình chữ nhật ABCD, cạnh AB = a = 60 cm, cạnh BC = b = 80 cm. Người ta tác dụng vào vật một ngẫu lực nằm trong mặt phẳng của hình chữ nhật. Các lực có độ lớn 50 N và đặt vào hai đỉnh A và C. Tính mô men của ngẫu lực trong các trường hợp sau:***

a. Các lực vuông góc với cạnh AB.

b. Các lực song song với cạnh AB.

c. Các lực vuông góc với AC.

Giải

a. Các lực vuông góc với cạnh AB như hình 11.2a.

$d_1 = AB = a = 60$ cm

Mô men lực khi đó:

$M_1 = F.d_1 = 50 . 0,6 = 30$ N.m

b. Các lực song song với cạnh AB như hình 11.2b.

$d_2 = BC = b = 80$ cm

Mô men lực khi đó:

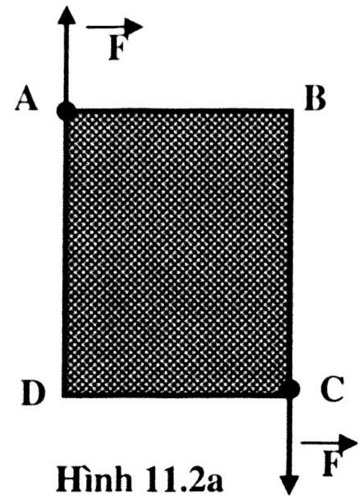
$M_2 = F.d_2 = 50 . 0,8 = 40$ N.m

c. Các lực vuông góc với AC như hình 11.2c.

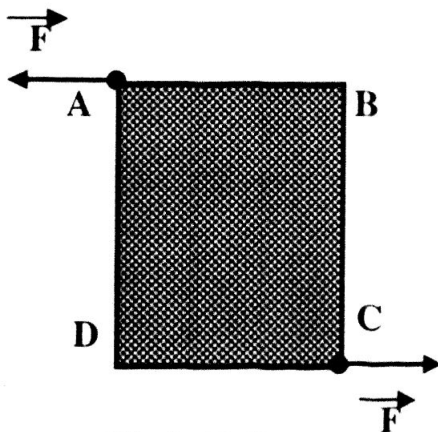
$d_3 = \sqrt{a^2 + b^2} = 100$ cm $= 1$ m

Mô men lực khi đó:

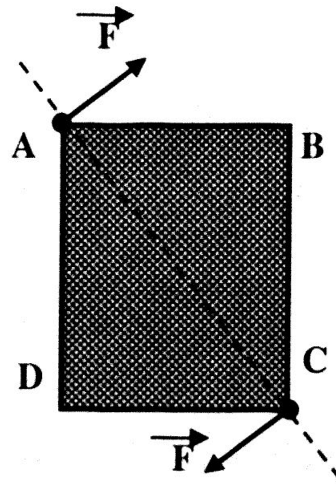
$M_3 = F.d_3 = 50 . 1 = 50$ N.m



Hình 11.2a



Hình 11.2b



Hình 11.2c

Đáp số: a. $M_1 = 30$ N.m; b. $M = 40$ N.m; c. $M = 50$ N.m

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 11.1: Một vật rắn phẳng, mỏng có dạng một hình vuông ABCD, cạnh là a = 40 cm. Người ta tác dụng vào vật một ngẫu lực nằm trong mặt phẳng của hình vuông. Các lực có độ lớn 10 N và đặt vào hai đỉnh A và C. Tính mô men của ngẫu lực trong các trường hợp sau:

a. Các lực vuông góc với cạnh AB.

b. Các lực song song với cạnh AB.

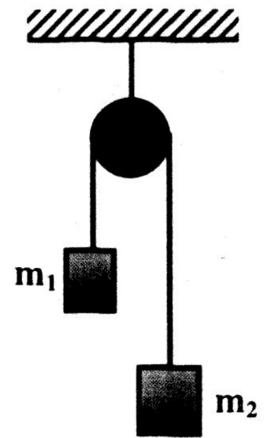
c. Các lực vuông góc với AC.

Bài 11.2: Dùng một ròng rọc cố định có dạng một đĩa phẳng tròn có khối lượng không đáng kể, có bán kính R = 20 cm. Dùng một sợi dây không co dãn có khối lượng không đáng kể vắt qua ròng rọc. Hai đầu dây treo hai vật khối lượng m_1, m_2 như hình 11.4. Tính mô men lực tác dụng lên ròng rọc và gia tốc chuyển động của hệ trong các trường hợp khối lượng của hai vật như sau:

a. $m_1 = m_2 = 2$ kg

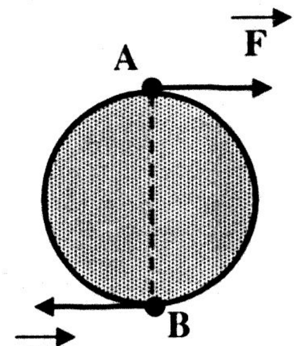
b. $m_1 = 4$ kg; $m_2 = 6$ kg

Lấy $g = 10\ m/s^2$.



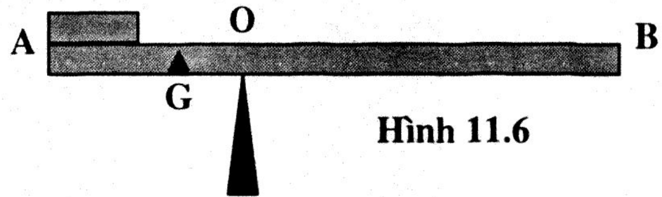
Hình 11.4

Bài 11.3: Một vật rắn phẳng, mỏng có dạng một hình tròn tâm O, bán kính R = 30 cm. Người ta tác dụng vào vật một ngẫu lực nằm trong mặt phẳng của hình tròn tại hai đầu A, B của một đường kính như hình 11.5. Các lực có độ lớn 12 N. Tính mô men của ngẫu lực.



Hình 11.5

Bài 11.4: Một thanh chắn đường dài AB = 8,1 m có khối lượng 200 kg có trọng tâm cách đầu A là 1,3 m. Thanh có thể quay quanh trục nằm ngang O cách đầu A là 1,7 m như hình 11.6. Hỏi phải tác dụng vào đầu B một lực thẳng đứng hướng xuống và có độ lớn bằng bao nhiêu để thanh được giữa nằm ngang. Lấy $g = 10\ m/s^2$.

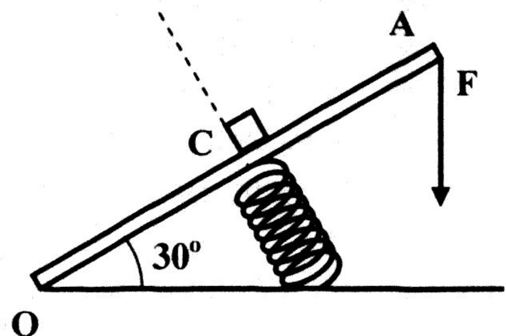


Hình 11.6

Bài 11.5: Một bàn đạp của máy tập thể thao gồm một thanh OA có khối lượng không đáng kể, có chiều dài 50 cm quay dễ dàng quanh trục nằm ngang O. Một lò xo gắn vào điểm giữa C. Người ta tác dụng vào đầu A của thanh một lực F = 200 N hướng thẳng đứng xuống dưới hình 11.7. Khi thanh ở trạng thái cân bằng, lò xo có phương vuông góc với OA, và OA làm thành một góc 30^o so với đường nằm ngang. Tính:

a. Phản lực của lò xo vào thanh.

b. Độ cứng của lò xo, biết lò xo ngắn đi 10 cm so với lúc không bị nén.

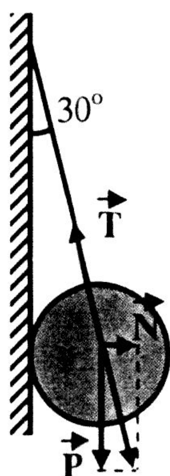


Hình 11.7

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP ÁN CHƯƠNG III
CÂN BẰNG VÀ CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT RẮN

CHỦ ĐỀ X
CÂN BẰNG CỦA VẬT RẮN KHÔNG QUAY

Bài 10.1:



Hình 10.7a

Các lực tác dụng lên quả cầu: $\vec{P}$ là trọng lực, $\vec{T}$ là lực căng dây và $\vec{N}$ là phản lực của tường tác dụng lên quả cầu. Nếu chúng không đồng qui tại một điểm thì tịnh tiến cho chúng đồng qui tại một điểm như hình 10.7a.

Từ điều kiện cân bằng ta có:

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{T} = 0$$

Theo hình 10.7a ta có:

$$T = \frac{P}{\cos\alpha} = \frac{40}{\cos 30^o} = \frac{30}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 20\sqrt{3}\ N$$

$$N = P.tg\alpha = 30.\ tg30^0 = 30.\frac{\sqrt{3}}{3} = 10\sqrt{3}\ N$$

Đáp số: ***T =*** $20\sqrt{3}$ ***N; N =*** $10\sqrt{3}$ ***N***

Bài 10.2:

a. Điều kiện để giữ được vật đứng yên:

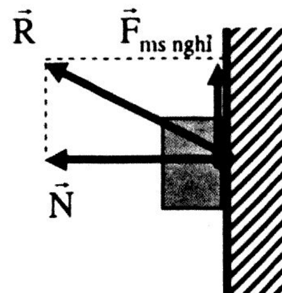
$$F_{ms\ nghỉ} \geq P$$

$$F_{msnghỉ} = \mu F \geq mg$$

Muốn giữ được vật đứng yên thì khối lượng của vật tối đa phải thỏa là:

$$m_{max}g = \mu F \Rightarrow m_{max} = \frac{\mu F}{g} = \frac{0,5.29,4}{9,8} = 1,5\ kg$$

b. Các lực tương tác giữa vật với tường gồm:



Hình 10.8a

- Lực ép $\vec{F}$ cân bằng với phản lực vuông góc $\vec{N}$:

$$N = F = 29,4\ N$$

- Lực ma sát nghỉ $\vec{F}_{msnghỉ}$:

$$F_{ms\ nghỉ} = \mu F = 0,5\ .\ 29,4 = 14,7\ N$$

Vậy phản lực toàn phần của tường tác dụng vào vật là $\vec{R}$. Từ hình 10.8a ta có:

$$R = \sqrt{N^2 + F^2_{ms\ nghỉ}} = \sqrt{29,4^2 + 14,7^2} = 32,87\ N$$

Đáp số: m_{max} ***= 1,5 kg; R = 32,87 N***

Bài 10.3:

Trọng lượng của kiện hàng là:

$P = mg = 90 . 10 = 900$ N

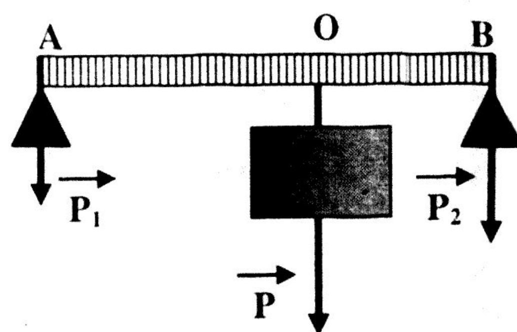
Gọi P_1, P_2 lần lượt là lực tác dụng của kiện hàng lên vai người nhất và thứ hai, ta có:

$P = P_1 + P_2 = 900$ N

Lực tác dụng của kiện hàng lên vai người thứ hai là:

$P_2 = P - P_1 = 900 - 600 = 300$ N

Từ hình vẽ 10.9 ta thấy điều kiện cân bằng:



Hình 10.9

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{300}{600} = \frac{1}{2}$$

$$d_2 = 2d_1$$

$$\Rightarrow P = d_1 + d_2 = 3d_1 = 1,8 \text{ m}$$

$$\Rightarrow d_1 = 0,6 \text{ m}; d_2 = 1,2 \text{ m}$$

Đáp số: $d_1 = 0,6$ m; $d_2 = 1,2$ m

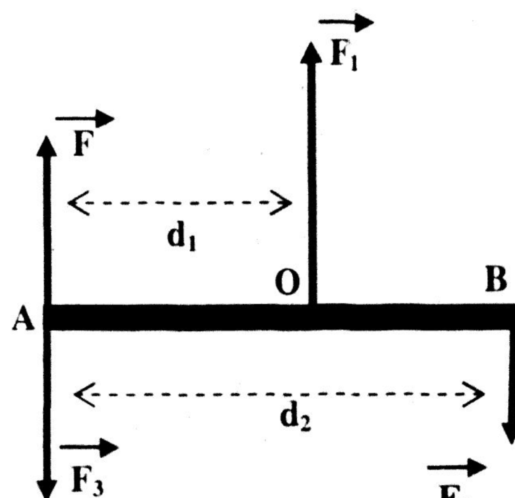
Bài 10.4:

Gọi $\vec{F}$ là hợp lực của hai lực $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$; $d_1 = OA$; $d_2 = AB = 1,8$ m. Vì $\vec{F_3}$ đặt tại A nên để ván cân bằng thì $\vec{F}$ phải trực đối với $\vec{F_3}$.

Áp dụng qui tắc hợp hai lực song song trái chiều ta có: $F_1 > F_2$ nên $\vec{F}$ song song và cùng chiều với lực $\vec{F_1}$ và có độ lớn:

$F = F_1 - F_2 = 300 - 100 = 200$ N

Giá của hợp lực nằm trong mặt phẳng của hai lực thành phần và thỏa điều kiện:



Hình 10.10a

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{F_1}{F_2}$$

$$\Rightarrow OA = d_1 = \frac{F_2}{F_1}.d_2 = \frac{100}{300}.1,8 = 0,6 \text{ m}$$

Vậy $\vec{F_3}$ có phương chiều song song với F_2 và có độ lớn $F_3 = F = 200$ N như hình 10.10a

Đáp số: $F_3 = 200$ N; OA = 0,6 m

Bài 10.5:

Từ hình 10.11a các lực tác dụng vào vật gồm:

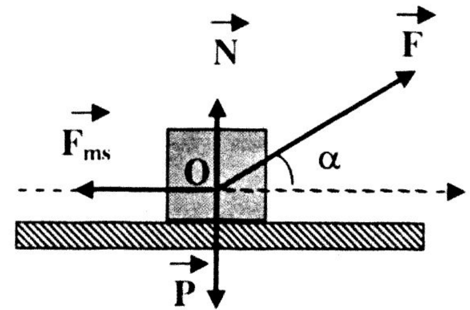
- Trọng lực $\vec{P}$ thẳng đứng hướng xuống:

$$P = mg$$

- Phản lực $\vec{N}$ thẳng đứng hướng lên
- Lực ma sát $\vec{F}_{ms}$ hướng nằm ngang và ngược chiều chuyển động:

$$F_{ms} = \mu_t.N$$

- Lực kéo của người đó $\vec{F}$.



Hình 10.11a

Theo định luật II Niu-tơn:

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{ms} + \vec{F} = m\vec{a} \quad (1)$$

Chiếu (1) lên phương ngang Ox ta có:

$$-F_{ms} + F\cos\alpha = ma \quad (2)$$

Chiếu (1) lên phương thẳng đứng Oy ta có:

$$-P + N + F\sin\alpha = 0$$

$$N = P - F\sin\alpha \quad (3)$$

Mặt khác:

$$F_{ms} = \mu_t.N = \mu_t.(P - F\sin\alpha) \quad (4)$$

Từ (2) và (4) suy ra:

$$F\cos\alpha - \mu_t.(P - F\sin\alpha) = ma$$

$$\Rightarrow F = \frac{m.(\mu_t.g + a)}{\cos\alpha + \mu_t.\sin\alpha}$$

a. Trường hợp vật chuyển động với gia tốc a = 2,5 m/s^2:

$$F = \frac{m.(\mu_t.g + a)}{\cos\alpha + \mu_t.\sin\alpha} = \frac{30.(0,25.10 + 2,5)}{\cos 30^0 + 0,25.\sin 30^0} = 151,4 \text{ N}$$

b. Trường hợp vật chuyển động thẳng đều, tức a = 0:

$$F = \frac{m.\mu_t.g}{\cos\alpha + \mu_t.\sin\alpha} = \frac{30.0,25.10}{\cos 30^0 + 0,25\sin 30^0} = 75,7 \text{ N}$$

Đáp số: a. F = 151,4 N; b. F = 75,7 N

Bài 10.6:

Gọi d_A = AG là khoảng cách từ trọng tâm G đến bờ mương A.

Gọi d_B = BG là khoảng cách từ trọng tâm G đến bờ mương B.

Theo qui tắc tổng hợp hai lực song song cùng chiều, trọng lượng của cầu :

$$P = F_G = F_A + F_B = 4.10^5 + 6.10^5 = 10^6 \text{ N} \quad (1)$$

Khối lượng của cầu là: $m = \dfrac{P}{g} = 10^5$ kg = 100 tấn

Mặt khác: $\dfrac{d_B}{d_A} = \dfrac{F_A}{F_B}$ (2)

$$AB = d_A + d_B = 80\text{ m} \qquad (3)$$

$$(2) \Rightarrow d_A = \frac{F_B}{F_A}.d_B = \frac{3}{2}d_B = 1{,}5d_B \qquad (4)$$

Thế (4) vào (3) ta được:

$$AB = 2{,}5d_B = 80\text{ m} \Rightarrow d_B = 32\text{ m}$$

Trọng tâm của cầu cách đầu A một khoảng:

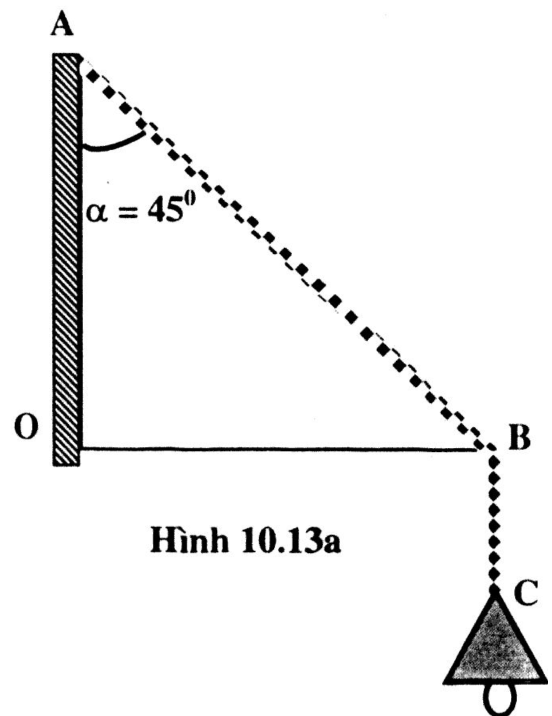
$$d_A = AG = AB - d_B = 48\text{ m}$$

Đáp số: m = 100 tấn; d_A = 48 m

Bài 10.7:

Các lực tác dụng vào B gồm:

- Lực căng dây treo của đoạn BC bằng $\vec{T}$.
- Trọng lực của đèn $\vec{P} = m\vec{g}$ luôn thẳng đứng hướng xuống.
- Phản lực $\vec{N}$ của thanh nằm ngang vuông góc mặt phẳng tường.
- Lực căng dây $\vec{T}$ của đoạn AB có giá trùng với phương dây treo AB.



Hình 10.13a

Điều kiện để vật cân bằng là:

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{T} = 0$$

Hợp lực của $\vec{P}$ và $\vec{T}$ cân bằng với $\vec{N}$ được vẽ trên hình 10.12a.

Từ hình 10.13a ta suy ra:

vì $\alpha = 45^o$ nên:

$$N = P = mg = 40\text{ N}$$

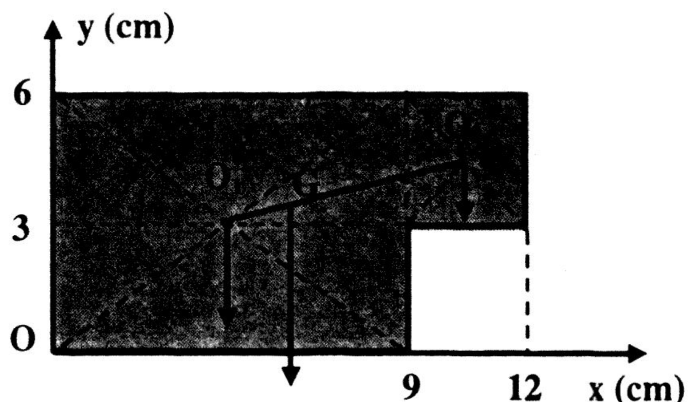
Lực căng dây của đoạn AB là:

$$T = = 40\sqrt{2}\text{ N}$$

Đáp số: T = $40\sqrt{2}$ N; N = P = 40N

Bài 10.8:

Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình 10.13a. Ta chia hình trên thành hai hình: Hình chữ nhật có cạnh 6 cm x 9 cm có trọng tâm O_1 và hình vuông có cạnh 3 cm x 3 cm có trọng tâm O_2.



Hình 10.14a

Từ hình 10.14a ta suy được toạ độ của:

O_1 (x_1 =4,5 cm, y_1 = 3 cm)

O_2(x_2 = 10,5 cm; y_2 = 4,5 cm)

Gọi P_1, S_1 và P_2, S_2 lần lượt là trọng lượng và diện tích của hai hình trên. Ta có:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{6.9}{3.3} = 6$$

$$\Rightarrow P_1 = 6P_2 \text{ và } P = P_1 + P_2 = 7P_2 \quad (1)$$

Gọi G là điểm đặt trọng tâm của hình trên; d_1, d_2 là cánh tay đòn của P_1, P_2 theo qui tắc hợp lực song song ta có:

Áp dụng qui tắc hợp lực song song giữa hai lực P_1, P_2, trọng tâm của vật đặt tại G sao cho:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{O_1G}{O_2G} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{6}$$

$$\Rightarrow d_2 = 6d_1 \quad (2)$$

Từ hình 11.14a ta suy ra:

$$d = d_1 + d_2 = x_2 - x_1 = 10,5 - 4,5 = 6 \text{ cm} \quad (3)$$

Từ (2) và (3) suy ra:

$$d = d_1 + d_2 = 7d_1 = 6$$

$$d_1 = \frac{6}{7} \text{ cm} \approx 0,857 \text{ cm} ; d_2 = 5\frac{1}{7} \text{ cm} \approx 5,143 \text{ cm}$$

Tọa độ của trọng tâm G: $x_G = x_1 + d_1 = 4,5 + 0,857 = 5,375$ cm

Lí luận tương tự ta có: $y_G = y_1 + \dfrac{y_2 - y_1}{7}$

$$y_G = 3 + \frac{4,5-3}{7} = 3,214 \text{ cm}$$

Vậy tọa độ trọng tâm của vật là: $x_G = 5,375$ cm; $y_G = 3,214$ cm

Hay khoảng cách O_1G là:

$$O_1G = \sqrt{(x_G - x_1)^2 + (y_G - y_1)^2} = \sqrt{(5,375 - 4,5)^2 + (3,214 - 3)^2} \approx 0,883 \text{ cm}$$

Đáp số: $x_G = 5,375$ cm; $y_G = 3,214$ cm; $O_1G \approx 0,883$ cm

Bài 10.9:

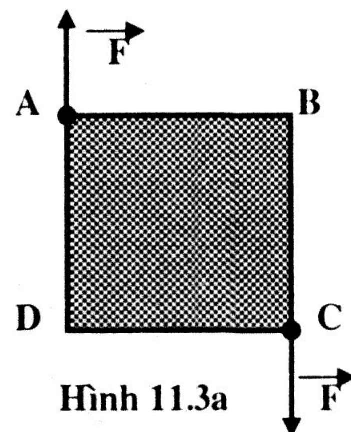
Trọng tâm của hình trụ nằm trên đường thẳng đứng qua tâm O. Điều kiện để hình trụ bên trên chưa bị đổ là giá của trọng tâm của hình trụ phía trên còn nằm trong mặt đáy (mặt chân đế) của tiết diện hình trụ phía dưới. Vậy khoảng cách giữa tâm của hai mặt tiết diện xa nhất là khi tâm mặt đáy của hình trụ trên nằm trên đường chu vi mặt đáy của hình trụ dưới, tức là hai tâm cách nhau một khoảng:

$$O_1O_2 = R = 20 \text{ cm}$$

Đáp số: $O_1O_2 = 20$ cm

CHỦ ĐỀ XI
CÂN BẰNG CỦA VẬT RẮN CÓ TRỤC QUAY CỐ ĐỊNH

Bài 11.1:



Hình 11.3a

Hướng dẫn giải

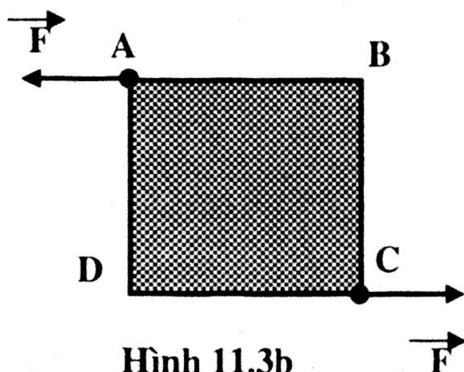
AB = BC = a = 40 cm; F = 10 N

a. Các lực vuông góc với cạnh AB như hình 11.3a.

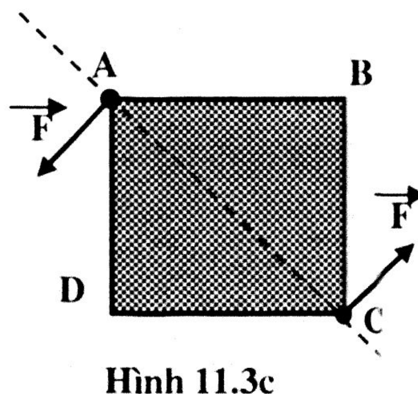
Mô men lực khi đó:

$M_1 = F.d_1 = F.AB = F.a = 10.0{,}4 = 4$ N.m

b. Các lực song song với cạnh AB như hình 11.3b.



Hình 11.3b



Hình 11.3c

Mô men lực khi đó:

$$M_2 = F.d_2 = F.AD = F.a = 10.0{,}4 = 4 \text{ N.m}$$

c. Các lực vuông góc với AC như hình 11.3c.

Mô men lực khi đó:

$$M_3 = F.d_3 = F.AC = F.a\sqrt{2} = 10.0{,}4\sqrt{2} = 4\sqrt{2} \text{ N.m}$$

Đáp số: a. $M_1 = 4$ N.m; b. $M_2 = 4$ N.m; c. $M_3 = 4\sqrt{2}$ N.m

Bài 11.2:

Hướng dẫn giải

a. Khi $m_1 = m_2 = 2$ kg

Mô men lực tác dụng lên ròng rọc được tính bởi công thức:

$$M = (T_1 - T_2).R$$

trong đó:

$$T_1 = P_1 = m_1g$$

$$T_2 = P_2 = m_2g$$

$$\Rightarrow T_1 = T_2 \Rightarrow M = 0$$

$\Rightarrow$ Ròng rọc không quay; Hai vật không chuyển động $\Rightarrow a = 0$.

b. $m_1 = 4$ kg; $m_2 = 6$ kg

Ta có:

$$T_1 = P_1 = m_1g = 40 \text{ N}$$

$$T_2 = P_2 = m_2g = 60\text{ N}$$

Mô men lực tác dụng lên ròng rọc được tính bởi công thức:

$$M = (T_2 - T_1).R$$

$$\Rightarrow M = (60 - 40).0,2 = 4\text{ N.m}$$

Áp dụng định luật II cho hệ hai vật ta có:

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = (m_1 + m_2).\vec{a}$$

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của hệ ta có:

$$P_2 - P_1 = (m_1 + m_2).a$$

Gia tốc chuyển động của hệ là:

$$a = \frac{(m_2 - m_1).g}{m_1 + m_2} = \frac{6-4}{6+4}.10 = 2\text{ m/s}^2$$

Đáp số: a) M = 0; a = 0; b) M = 4 N.m; a = 2 m/s²

Bài 11.3:

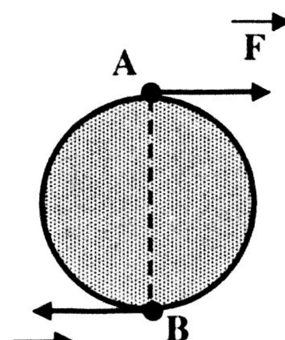
Từ hình 11.5 ta có:

$$d = AB = 2R = 60\text{ cm} = 0,6\text{ m}$$

Mô men của ngẫu lực:

$$M = F.d = 12.0,6 = 7,2\text{ N.m}$$

Đáp số: M = 7,2 N.m

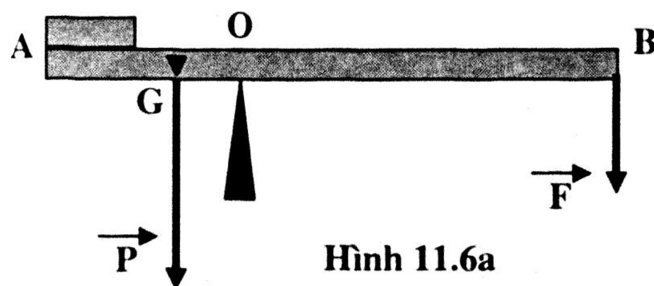


Hình 11.5

Bài 11.4:

Để thanh được giữ nằm ngang thì hợp lực của trọng lực P của thanh chắn và lực F phải có điểm đặt tại O.

Từ hình 11.6a, áp dụng qui tắc hợp lực song song cùng chiều ta có:



Hình 11.6a

$$\frac{F}{P} = \frac{OG}{OB}$$

Với:

$$P = mg = 200.10 = 2000\text{ N}$$

$$OG = OA - GA = 1,7 - 1,3 = 0,4\text{ m}$$

$$OB = AB - OA = 8,1 - 1,7 = 6,4\text{ m}$$

Độ lớn của lực F bằng:

$$F = \frac{0,4}{6,4}.2000 = 125\text{ N}$$

Đáp số: F = 125 N

Bài 11.5:

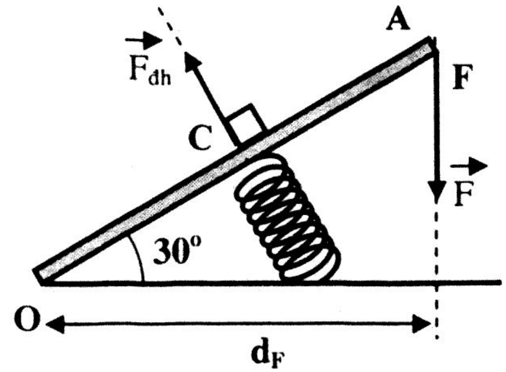
a. Gọi F_C là phản lực của lò xo tác dụng vào thanh, đó cũng chính là lực đàn hồi F_{dh} của lò xo khi đó hình 11.7a. Vì thanh ở trạng thái cân bằng nên:

$$F.d_F = F_C.d_C$$

$$F.OA\cos 30^0 = F_C.OC$$

$$\Rightarrow F_{dh} = F_C = \frac{F.OA.\cos 30^0}{OC} =$$

$$\frac{200.0,5.\cos 30^0}{0,25} = 100\sqrt{3}\ N$$



Hình 11.7a

b. Theo định luật Húc ta có:

$$F_{dh} = k.\Delta x$$

$\Rightarrow$ Độ cứng của lò xo:

$$k = \frac{F_{dh}}{\Delta x} = \frac{100\sqrt{3}}{0,1} = 1000\sqrt{3}\ N/m$$

Đáp số: ***$F_C = 100\sqrt{3}$ N; $k = 1000\sqrt{3}$ N/m***

CHƯƠNG IV - CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

CHỦ ĐỀ XII
ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. ***Động lượng***

Động lượng của một vật chuyển động là đại lượng đo bằng tích của khối lượng và vận tốc của vật.

$$\vec{p} = m\vec{v} \Rightarrow p = mv$$

Đơn vị (hệ SI) của động lượng: ***kg.m/s***

2. ***Định lí biến thiên động lượng***

Độ biến thiên động lượng của một vật trong một khoảng thời gian nào đó bằng xung lượng của lực tác dụng lên vật trong khoảng thời gian đó.

$$\Delta\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \vec{F}\Delta t$$

$\vec{F}\Delta t$ = xung lượng của lực $\vec{F}$ trong khoảng thời gian Δt.

3. ***Hệ kín***

Một hệ vật được gọi là hệ kín nếu không có tác dụng của ngoại lực, hoặc nếu có thì các lực này phải triệt tiêu lẫn nhau.

$$\sum_{\text{ngoại lực}} \vec{F} = \vec{0}$$

4. ***Định luật bảo toàn động lượng***

Vec tơ động lượng toàn phần của hệ kín được bảo toàn.

$$\vec{p} = \vec{p}' = \overrightarrow{const}$$

Một hệ cô lập có N vật thì :

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \ldots + \vec{p}_N = \overrightarrow{\text{khôngđổi}} = \overrightarrow{const}$$

hay:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + \ldots + m_2\vec{v}_N = m_1\vec{v}_1' + m_2\vec{v}_2' + \ldots + m_2\vec{v}_N'$$

5. ***Va chạm mềm***

Giả sử vật m_2 ban đầu đứng yên: $\vec{v_2} = 0$

- Định luật bảo toàn động lượng:

$$m_1\vec{v_1} = (m_1 + m_2).\vec{v} \Rightarrow \vec{v} = \frac{m_1}{m_1 + m_2}.\vec{v_1}$$

- Không bảo toàn động năng, năng lượng bị hao hụt

$$\Delta W_d = -\frac{M}{M + m}W_{d1} < 0$$

$\Delta W_d < 0$ chứng tỏ động năng đã giảm một lượng trong va chạm. Lượng này chuyển hoá thành các dạng năng lượng khác như tỏa nhiệt...

6. ***Chuyển động bằng phản lực***

Giả sử ban đầu tên lửa đứng yên.

Gọi m, $\vec{v}$ là khối lượng và vận tốc của khối khí phụt ra ở thời điểm t; M, $\vec{V}$ là khối lượng và vận tốc của tên lửa ở thời điểm t.

- Định luật bảo toàn động lượng:

$$m\vec{v} + M\vec{V} = 0 \Rightarrow \vec{V} = \frac{m}{M}.\vec{v}$$

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Động lượng – xung lượng - Độ biến thiên động lượng

$$\vec{p} = m\vec{v} \Rightarrow p = mv$$

$$\Delta\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \vec{F}\Delta t$$

Bài 1: ***Một hệ gồm hai vật có khối lượng m_1 = 2 kg, m_2 = 3 kg có vận tốc v_1 = 3 m/s, m_2 = 2 m/s. Tính độ lớn động lượng của hệ trong các trường hợp sau:***

a. Biết $\vec{v_1} \uparrow\uparrow \vec{v_2}$.

b. Biết $\vec{v_1} \uparrow\downarrow \vec{v_2}$.

c. Biết $\vec{v_1} \perp \vec{v_2}$.

Giải

a. $\vec{v_1} \uparrow\uparrow \vec{v_2}$

$$\vec{v_1} \uparrow\uparrow \vec{v_2} \Rightarrow \vec{p}_1 \uparrow\uparrow \vec{p}_2$$

Độ lớn động lượng của hệ:

$$p = p_1 + p_2 = m_1v_1 + m_2v_2 = 12\ kg.m/s$$

b. $\vec{v_1} \uparrow\downarrow \vec{v_2}$

$$\vec{v_1} \uparrow\downarrow \vec{v_2} \Rightarrow \vec{p}_1 \uparrow\downarrow \vec{p}_2$$

Độ lớn động lượng của hệ:

$$p = p_1 - p_2 = m_1v_1 - m_2v_2 = 0$$

c. $\vec{v_1} \perp \vec{v_2}$

$$\vec{v_1} \perp \vec{v} \Rightarrow \vec{p_1} \perp \vec{p_2}$$

Độ lớn động lượng của hệ:

$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2} = 6\sqrt{2} \text{ kg.m/s}$$

Đáp số: a) p = 12 kg.m/s; b) p = 0; c) p = 6 $\sqrt{2}$ kg.m/s

Bài 2: ***Một quả bóng có khối lượng m = 1,2 kg, đang bay ngang với vận tốc v_1 = 3 m/s thì đập vuông góc vào một bức tường thẳng đứng, bay ngược trở lại theo phương vuông góc với bức tường với vận tốc v_2 = 2 m/s. Tính độ biến thiên động lượng của quả bóng.***

Giải

Gọi $\vec{p_2}$ là động lượng của quả bóng sau khi đập vào tường bay ra. Khi đó:

$$\vec{p_2} \uparrow\downarrow \vec{p_1}$$

Độ biến thiên động lượng:

$$\Delta\vec{p} = \vec{p_2} - \vec{p_1}$$

Chọn chiều dương là chiều bay ra của quả bóng sau khi đập vào tường, ta có:

$$\Delta p = p_2 - (-p_1) = m(v_2 + v_1) = 1,2 \,.\, (2 + 3) = 6 \text{ kg.m/s}$$

Đáp số: Δp = 6 kg.m/s

2. Bảo toàn động lượng

$$\vec{P} = \vec{P'} = \overrightarrow{const}$$

Một hệ cô lập có N vật thì :

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \ldots + \vec{p}_N = \overrightarrow{const}$$

hay:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + \ldots + m_2\vec{v}_N = m_1\vec{v}_1{}' + m_2\vec{v}_2{}' + \ldots + m_2\vec{v}_N{}'$$

Bài 3: ***Một viên đạn đang bay thẳng đứng lên cao với vận tốc 80 m/s thì nổ ra thành hai mảnh, mảnh thứ nhất có khối lượng gấp đôi mảnh thứ hai, có vận tốc hướng theo phương nằm ngang và độ lớn vận tốc v_1 = 90 m/s. Tính độ lớn vận tốc và phương của mảnh thứ hai.***

Giải

Động lượng của hệ trước khi nổ: $\vec{p} = m\vec{v}$

Với p = m.v = 80m

Động lượng của hệ sau khi nổ:

$$\vec{p}' = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$\vec{p} = \vec{p'} \Rightarrow \vec{p} = \vec{p_1} + \vec{p_2}$$

Mặt khác:

$$m = m_1 + m_2 \text{ và } m_1 = 2m_2$$

$$\Rightarrow m_2 = \frac{1}{3}m; m_1 = \frac{2}{3}m$$

Do đó:

$$p_1 = m_1v_1 = \frac{2}{3}mv_1$$

$$p_2 = m_2v_2 = \frac{1}{3}mv_2$$

Theo đề ta có: $\vec{v_1} \perp \vec{v} \Rightarrow \vec{p_1} \perp \vec{p}$. Áp dụng định lí Pitago:

$$p_2^2 = p^2 + p_1^2$$

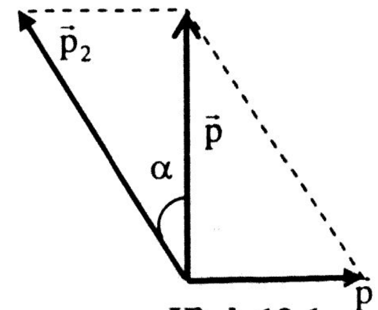
$$p_2 = \frac{1}{3}mv_2 = \sqrt{p^2 + p_1^2} = m\sqrt{v^2 + (\frac{2}{3}v_1)^2}$$

Suy ra vận tốc của mảnh thứ hai là:

$$v_2 = 3\sqrt{80^2 + (\frac{2}{3}.90)^2} = 100 \text{ m/s}$$

Phương của mảnh thứ hai hợp với phương ban đầu của viên đạn góc α như hình 12.1 với:

$$tg\alpha = \frac{p_1}{p} = \frac{\frac{2}{3}mv_1}{mv} = \frac{\frac{2}{3}.90}{80} = 0{,}75 \Rightarrow \alpha = 37^0$$



Hình 12.1

***Đáp số:* $v_2 = 100$ *m/s;* $\alpha = 37^0$**

3. Va chạm mềm

$$m_1\vec{v_1} = (m_1 + m_2).\vec{v} \Rightarrow \vec{v} = \frac{m_1}{m_1 + m_2}.\vec{v_1}$$

$$\Delta W_d = -\frac{M}{M+m}W_{d1} < 0$$

Bài 4: ***Một búa máy đóng cọc có khối lượng $m_1 = 500$ kg được thả rơi tự do từ độ cao $h = 6$ m xuống đập vào cái cọc có khối lượng $m_2 = 100$ kg trên mặt đất làm cọc lún sâu vào đất 6 cm. Tính lực cản của đất.***

Giải

Vận tốc của búa máy khi chạm vào cọc bằng vận tốc rơi tự do của búa khi chạm đất:

$$v_1^2 = 2gh \Rightarrow v_1 = \sqrt{2.10.6} = 2\sqrt{30} \text{ m/s}$$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng, vận tốc của hệ búa - cọc sau khi va chạm:

$$m_1v_1 = (m_1 + m_2).v_2$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{m_1v_1}{m_1 + m_2} = \frac{500.2\sqrt{30}}{500 + 100} = \frac{5\sqrt{30}}{3} \text{ m/s}$$

Công lực cản của đất bằng độ giảm cơ năng của hệ búa - cọc từ khi búa chạm cọc đi sâu vào đất đến khi chúng dừng lại:

$$\Delta W = W_3 - W_2 = 0 - [\frac{(m_1 + m_2)v_2^2}{2} + (m_1 + m_2)gs] = A_{cản} = F_{cản}s$$

$$\Rightarrow F_{cản} = - [\frac{(m_1 + m_2)v_2^2}{2s} + (m_1 + m_2).g]$$

$$F_{cản} = = - [\frac{(500 + 100).\left(\frac{5\sqrt{30}}{3}\right)^2}{2.0,06} + (500 + 100).10] = - 422\ 667 \text{ N}$$

Đáp số: $F_{cản}$ = - 422 667 N

4. Chuyển động bằng phản lực

Bài 5: ***Một súng có khối lượng M = 25 kg được đặt trên mặt đất nằm ngang. Bắn một viên đạn khối lượng m = 200 g theo phương nằm ngang. Vận tốc của đạn là v = 100 m/s. Tính vận tốc giật lùi V' của súng.***

Giải

Xem hệ súng và đạn như một hệ kín.

Động lượng của hệ trước khi bắn:

$$\vec{p} = (M + m).\vec{V} = \vec{0}$$

Động lượng của hệ sau khi bắn:

$$\vec{p}' = m\vec{v} + M\vec{V}'$$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$\vec{p} = \vec{p}' \Leftrightarrow m\vec{v} + M\vec{V}' = \vec{0}$$

Chọn chiều dương là chiều vận tốc của viên đạn, ta có:

$$M . V' = - m . v$$

Vận tốc giật lùi V' của súng:

$$\Rightarrow V' = -\frac{mv}{M} = -\frac{0,2.60.}{25} = -0,48 \text{ m/s}$$

Đáp số: V' = - 0,48 m/s

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 12.1: Một vật nhỏ khối lượng m = 2 kg rơi tự do. Tính độ biến thiên động lượng của vật từ thời điểm thứ ba đến thời điểm thứ năm kể từ lúc bắt đầu rơi. Lấy $g = 10\ m/s^2$.

Bài 12.2: Một lực 30 N tác dụng vào vật m = 200 g đang nằm yên, thời gian tác dụng 0,025 s. Xác định :

a. Xung lượng của lực tác dụng trong khoảng thời gian đó.

b. Vận tốc của vật.

Bài 12.3: Một ô tô khối lượng 2,5 tấn đang chuyển động với vận tốc 43,2 km/h bỗng người tài xế thấy một chướng ngại vật trên đường nên thắng (phanh) gấp. Sau 5 s xe đứng lại. Tính lực hãm phanh.

Bài 12.4: Một khẩu pháo có khối lượng M = 100 kg được đặt trên mặt đất nằm ngang, nòng pháo hướng chếch 45^0 so với mặt đất. Bắn một viên đạn pháo có khối lượng m = 2 kg, có vận tốc là v = 40 m/s. Tính thành phần vận tốc giật lùi V" của súng theo phương ngang. Bỏ qua ma sát giữa khẩu pháo với mặt đất.

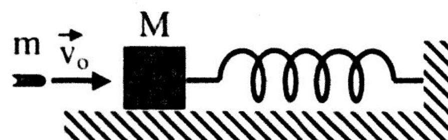
Bài 12.5: Một khẩu súng trường có viên đạn khối lượng m = 20 g nằm yên trong súng. Khi bóp cò, đạn chuyển động trong nòng súng hết 2 ms ($1ms = 10^{-3}s$) và đạt được vận tốc khi tới đầu nòng súng là 700 m/s. Tính lực đẩy trung bình của hơi thuốc súng.

Bài 12.6: Một tên lửa có khối lượng 50 tấn đang bay thẳng đứng lên với vận tốc v = 200 m/s so với mặt đất thì phụt ra một lượng nhiên liệu có khối lượng 10 tấn tức thời ra phía sau với vận tốc không đổi $v_1 = 600$ m/s so với tên lửa. Tính vận tốc v_2 của tên lửa so với mặt đất ngay sau đó.

Bài 12.7: Một quả bóng có khối lượng m = 500 g, đang bay ngang với vận tốc v_1 = 4 m/s thì đập vào một bức tường thẳng đứng dưới góc tới $\alpha = 30^0$, bay ngược trở lại theo theo qui luật phản xạ gương với bức tường với vận tốc $v_2 = v_1$. Tính xung của lực tác dụng của tường lên quả bóng.

Bài 12.8: Quả cầu khối lượng m_1 = 300 g chuyển động với vận tốc v_1 = 2 m/s đến va chạm xuyên tâm với quả cầu thứ hai m_2 = 200 g đang đứng yên. Sau va chạm hai vật dính chặt với nhau thành vật m và cùng chuyển động với vận tốc v. Tìm vận tốc v và nhiệt lượng tỏa ra trong va chạm, cho rằng toàn bộ độ tăng nội năng của hệ đều biến thành nhiệt năng.

Bài 12.9: Một khối gỗ có khối lượng M = 5 kg nằm trên một mặt phẳng nhẵn và được nối với một lò xo có độ cứng k như hình 12.3. Ban đầu lò xo ở vị trí cân bằng. Một viên đạn có khối lượng m = 50 g bay theo phương ngang với vận tốc v_0 = 50,5 m/s đến xuyên vào trong khối gỗ. Biết sau va chạm lò xo bị nén một đoạn Δl = 5 cm. Tính k.



Hình 12.3

Bài 12.10: Một xe goòng khối lượng M = 500 kg chở một người khối lượng m = 50 kg chuyển động trên một đường ray trên mặt phẳng nằm ngang với vận tốc 3 m/s. Tìm vận tốc của xe goòng sau khi người này:

a. Nhảy ra sau xe với vận tốc 2 m/s đối với đất.

b. Nhảy ra trước xe với vận tốc 2 m/s đối với đất.

Bài 12.11: Một người 60 kg thả mình rơi tự do từ một cầu nhảy ở độ cao 3 m xuống nước và sau khi chạm mặt nước được 0,55 s thì dừng chuyển động. Tìm lực cản mà nước tác dụng lên người.

CHỦ ĐỀ XIII
CÔNG VÀ CÔNG SUẤT

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. Công

$$A = Fs\cos\alpha$$

trong đó: α = góc hợp giữa phương của lực $\vec{F}$ với phương chiều chuyển động của vật; s = quãng đường đi được của vật.

Đơn vị A: jun (J)

- Nếu $\cos\alpha > 0$ thì $A > 0$ và được gọi là công phát động.
- Nếu $\cos\alpha < 0$ thì $A < 0$ và được gọi là công cản.
- Nếu $\alpha = \frac{\pi}{2}$ thì $A = 0$ lực tác dụng không sinh công.

2. Công suất

$$P = \frac{A}{t}$$

- Đơn vị của công suất là W
  Một đơn vị thường dùng khác là: mã lực (HP)

3. Hiệu suất

Hiệu suất là tỉ số giữa công có ích A' của máy và công A do lực phát động thực hiện.

$$H = \frac{A'}{A}$$

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Công – Công suất

$$A = Fs\cos\alpha$$

$$P = \frac{A}{t}$$

Bài 1: ***Một máy nâng có công suất 2 kW nâng một kiện hàng có khối lượng 200 kg lên cao 5 m. Lấy g = 10 m/s²*. Tính:**

a. Công tối thiểu cần thực hiện để đưa vật lên độ cao đó.

b. Thời gian tối thiểu để thực hiện công việc đó?

Giải

Công tối thiểu mà cần cẩu đã thực hiện để nâng vật lên cao là:

$$A_{min} = F.\ h = mgh = 200\ .\ 10\ .\ 5 = 10000\ J = 10\ kJ$$

Thời gian tối thiểu mà cần cẩu đã sử dụng để thực hiện công việc trên:

$$t_{min} = \frac{A}{P} = \frac{10}{2} = 5\ s$$

Đáp số:a) A_{min} = 10 kJ; t_{min} = 5 s

2. Hiệu suất

$$H = \frac{A'}{A}$$

Bài 2: ***Một máy bơm nước mỗi giờ có thể bơm được 36 m^3 nước lên bể nước ở độ cao 15 m. Hiệu suất của máy bơm là 75%. Hỏi sau 20 phút, máy bơm đã thực hiện một công bằng bao nhiêu? Lấy khối lượng riêng của nước là D = 1000 kg/m^3.***

Giải

Gọi V_{20} = thể tích nước máy bơm đưa được lên bể trong 20 phút = $\frac{1}{3}$ giờ là:

$$V_{20} = \frac{36}{3} = 12\ m^3$$

Khối lượng nước máy bơm đưa lên được lên bể trong 20 phút là:

$$m_{20} = V_{20}\ .\ D = 12.1000 = 12\ 000\ kg$$

Công có ích của máy bơm cần thực hiện trong 20 phút bằng công của trọng lực cần đưa 12 000 kg lên độ cao h = 15 m:

$$A_{ích} = A_P = m.g.h = 12\ 000\ .\ 10\ .\ 15 = 1\ 800\ 000\ J = 1\ 800\ kJ$$

Công mà máy bơm cần thực hiện trong thời gian 20 phút chính là công toàn phần được tính bởi công thức:

$$H = \frac{A_{có\ ích}}{A_{toàn\ phần}} = 75\% = 0,75$$

$$\Rightarrow A_{toàn\ phần} = \frac{A_{có\ ích}}{0,75}$$

Công của máy bơm thực hiện trong 20 phút là:

$$A = A_{toàn\ phần} = \frac{1800}{0,75} = 2\ 400\ kJ$$

Đáp số: A = 2 400 kJ

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 13.1: Một tàu chạy trên sông theo đường thẳng kéo một sà lan chở hàng với một lực không đổi $F = 3.10^3$ N. Hỏi khi lực thực hiện được một công bằng 3.10^7 J thì sà lan đã dời chỗ theo phương của lực được quãng đường bằng bao nhiêu?

Bài 13.2: Một người nhấc một bao gạo nặng 50 kg lên vai cách mặt đất 1,5 m và di chuyển đi xa 40 m. Tính công mà người đó đã thực hiện đối với bao gạo.

Bài 13.3: Một xe vận tải có khối lượng 25 tấn đang chuyển động với vận tốc 50,4 km/h trên mặt đường nằm ngang thì tắt máy chuyển động chậm dần đều dưới tác dụng của lực ma sát và dừng lại. Biết hệ số ma sát trượt giữa lốp xe với mặt đường là $\mu_t = 0,25$. Lấy $g = 10\ m/s^2$. Tính:

a. Thời gian từ lúc xe tắt máy đến lúc xe dừng lại.

b. Quãng đường xe đi được từ lúc tắt máy đến lúc xe dừng lại.

c. Công và công suất trung bình của lực ma sát trong thời gian đó.

Bài 13.4: Một vật khối lượng m = 2,5 kg rơi tự do từ độ cao h = 12 m so với mặt đất. Bỏ qua sức cản của không khí. Hỏi sau thời gian 1,2 giây trọng lực đã thực hiện được một công bằng bao nhiêu? Công suất trung bình của trọng lực trong thời gian 1,2 s và công suất tức thời tại thời điểm t = 1,2 s khác nhau ra sao? Lấy $g = 10\ m/s^2$.

Bài 13.5: Một vật có khối lượng m = 1,2 kg trượt không vận tốc đầu từ một đỉnh dốc có độ cao h = 4 m, có góc nghiêng $\alpha = 30^0$ so với mặt phẳng nằm ngang. Xác định công và công suất trung bình của trọng lực sinh ra trên đường đó. Bỏ qua ma sát của mặt phẳng nghiêng.

Bài 13.6: Một cần cẩu cần thực hiện một công 100 kJ nâng một thùng hàng khối lượng 500 kg lên cao 15 m trong thời gian 20 s. Tính công suất trung bình và hiệu suất của cần cẩu.

CHỦ ĐỀ XIV
ĐỘNG NĂNG – ĐỊNH LÍ ĐỘNG NĂNG

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. *Động năng*

- Động năng của một vật là năng lượng do chuyển động mà có. Động năng có giá trị bằng một nửa tích của khối lượng và bình phương vận tốc của vật.
- Công thức: $W_đ = \frac{1}{2}m.v^2$
- Động năng là một đại lượng vô hướng và luôn luôn dương.
- Động năng có tính tương đối.
- Đơn vị của động năng là jun (J)

2. *Định lí động năng*

Độ biến thiên động năng của một vật bằng công của ngoại lực tác dụng lên vật.

$$A_{12} = W_{đ2} - W_{đ1}$$

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Định lí động năng

Bài 1: ***Một viên đạn khối lượng m = 50 g bay ngang với vận tốc v_1 = 100 m/s xuyên qua một bao cát dày 50 cm. Sau khi ra khỏi bao đạn có vận tốc v_2 = 20 m/s. Tính lực cản trung bình của bao cát tác dụng lên viên đạn.***

Giải

Theo định lí động năng: $A = W_{đ2} - W_{đ1}$

$$-F_C.s = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$$

Lực cản trung bình của cát tác dụng lên viên đạn:

$$F_C = \frac{m}{2s}\left(v_2^2 - v_1^2\right) = \frac{0{,}05}{2.0{,}5}(20^2 - 100^2) = -480\text{ N}$$

Đáp số: F_C = - 480 N

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 14.1: Một xe tải có khối lượng m = 3 tấn đang chuyển động thẳng đều với vận tốc v_1 = 54 km/h. Sau đó xe tải bị hãm phanh, sau một đoạn đường s = 100 m thì vận tốc còn là v_2 = 18 km/h. Tính:

a. Động năng lúc đầu của xe tải.

b. Độ biến thiên động năng và lực hãm trung bình của xe tải trên đoạn đường s.

Bài 14.2: Hai xe goòng chở than có khối lượng m_1 và $m_2 = 3m_1$ cùng chuyển động trên hai tuyến đường ray song song nhau với động năng $W_{d1} = \frac{1}{9}W_{d2}$. Nếu xe thứ nhất giảm vận tốc đi 3 m/s thì động năng của hai xe bằng nhau. Tính vận tốc v_1, v_2 của hai xe.

Bài 14.3: Hai tàu hỏa, một tàu có tốc độ 72 km/h và tàu kia có tốc độ 54 km/h chạy ngược chiều về phía nhau trên cùng tuyến đường ray thẳng. Khi chúng cách nhau 650 m thì cả hai người lái tàu đều phát hiện ra tàu đối diện và cùng giật phanh. Nếu gia tốc hãm của mỗi tàu là 0,5 m/s^2 thì có xảy ra va chạm không?

Bài 14.4: Một vật được ném thẳng đứng từ mặt đất với vận tốc đầu $v_0 = 8$ m/s. Khi vận rơi trở lại mặt đất thì vận tốc chạm đất là 6 m/s. Coi độ lớn lực cản của không khí luôn không đổi. Tính độ lớn của lực cản đó.

CHỦ ĐỀ XV
THẾ NĂNG TRỌNG TRƯỜNG – THẾ NĂNG ĐÀN HỒI

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. *Thế năng trọng trường*

- Ngoài trái đất, mọi thiên thể trong vũ trụ đều hút lẫn nhau với lực vạn vật hấp dẫn do đó cũng tồn tại năng lượng dưới dạng thế năng và gọi chung là thế năng hấp dẫn.
- Thế năng trọng trường chỉ là trường hợp riêng của thế năng hấp dẫn.

$$W_t = mgz$$

- Công của trọng lực bằng hiệu thế năng tại vị trí đầu và tại vị trí cuối, tức là bằng độ giảm thế năng.

$$A_{12} = W_{t1} - W_{t2}$$

2. *Công của lực đàn hồi*

- Lực đàn hồi xuất hiện khi lò xo biến dạng, ngược chiều với độ biến dạng và có độ lớn tỉ lệ thuận với độ biến dạng.
- Biểu thức của lực đàn hồi: $F = -kx$
- Công nguyên tố do lực đàn hồi thực hiện trên một đoạn biến dạng Δx có giá trị:

$$\Delta A = F\Delta x = -kx\Delta x$$

- Công toàn phần A_{12} chỉ phụ thuộc vào các độ biến dạng đầu và cuối của lò xo, vậy lực đàn hồi cũng là lực thế.

$$A_{12} = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2}$$

- $x_1 > x_2$: giảm biến dạng, $A_{12} > 0$ công của lực đàn hồi là công phát động.
- $x_1 < x_2$: tăng biến dạng, $A_{12} < 0$, công của lực đàn hồi là công cản.

3. Thế năng đàn hồi

- Biểu thức:

$$Wt_{dh} = \frac{kx^2}{2}$$

- Công của lực đàn hồi bằng độ giảm thế năng đàn hồi.

$$A_{12} = Wt_{dh1} - Wt_{dh2}$$

- Đơn vị của thế năng đàn hồi là (J)
- Thế năng đàn hồi cũng được xác định sai kém một hằng số cộng tùy theo cách chọn gốc tọa độ ứng với vị trí cân bằng (như đã chứng minh với thế năng trọng trường)
- Thế năng của quả cầu dưới tác dụng của lực đàn hồi cũng là thế năng đàn hồi.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Thế năng trọng trường – Công của trọng lực

$$W_t = mgz$$

Công của trọng lực bằng hiệu thế năng tại vị trí đầu và tại vị trí cuối, tức là bằng độ giảm thế năng.

$$A_{12} = W_{t1} - W_{t2}$$

Bài 1: ***Một buồng cáp treo chở người với khối lượng tổng cộng 800 kg đi từ vị trí xuất phát cách mặt đất 10 m tới một trạm dừng trên núi ở độ cao 550 m sau đó lại đi tiếp đến một trạm khác ở độ cao 1 300 m.***

a. Tính thế năng trọng trường của vật tại vị trí xuất phát và tại các trạm dừng.

- Lấy mặt đất làm mức không.

- Lấy trạm dừng thứ nhất làm mức không.

b. Tính công do trọng lực thực hiện khi buồng cáp treo di chuyển:

- Từ vị trí xuất phát tới trạm dừng thứ nhất.

- Từ trạm dừng thứ nhất tới trạm dừng tiếp theo.

Công này có phụ thuộc vào việc chọn mức không như ở câu a) không?

Giải

a. Tính thế năng trọng trường của vật tại ví trí xuất phát và tại các trạm dừng.

- Lấy mặt đất làm mức không.
  - Mức xuất phát: $h_0 = 10$ m

    $\Rightarrow W_o = mgh_0 = 800 . 10 . 10 = 8.10^4$ J
  - Trạm dừng thứ nhất: $h_1 = 550$ m

    $\Rightarrow W_1 = mgh_1 = 800 . 10 . 550 = 4{,}4.10^6$ J
  - Trạm dừng thứ hai: $h_2 = 1300$ m

    $\Rightarrow W_2 = mgh_2 = 800 . 10 . 1300 = 1{,}04.10^7$ J
- Lấy trạm dừng thứ nhất làm mức không.
  - Mức xuất phát: $h_0 = 10 - 550 = -540$ m

    $\Rightarrow W_o = mgh_0 = -800 . 10 . 540 = -4{,}32.10^6$ J
  - Trạm dừng thứ nhất: $h_1 = 0 \Rightarrow W_1 = mgh_1 = 0$
  - Trạm dừng thứ hai: $h_2 = 1300 - 550 = 750$ m

    $\Rightarrow W_2 = mgh_2 = 800 . 10 . 750 = 6.10^6$ J

b. Tính công do trọng lực thực hiện khi buồng cáp treo di chuyển:

- Từ vị trí xuất phát tới trạm dừng thứ nhất.

$$A_1 = W_0 - W_1 = -4{,}32.10^6 \text{ J}$$

- Từ trạm dừng thứ nhất tới trạm dừng tiếp theo.

$$A_2 = W_1 - W_2 = 0 - 6.10^6 = -6.10^6 \text{ J}$$

$\Rightarrow$ Các công này không phụ thuộc vào cách chọn gốc thế năng, chỉ phụ thuộc vào sự chênh lệch độ cao giữa hai địa điểm.

Thế năng đàn hồi – Công của lực đàn hồi

- Biểu thức của lực đàn hồi: $F = -kx$
- Công nguyên tố do lực đàn hồi thực hiện trên một đoạn biến dạng Δx có giá trị:

$$\Delta A = F\Delta x = -kx\Delta x$$

- Công toàn phần A_{12} chỉ phụ thuộc vào các độ biến dạng đầu và cuối của lò xo, vậy lực đàn hồi cũng là lực thế.

$$A_{12} = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2}$$

Bài 2: *Cho một lò xo nằm ngang ở trạng thái ban đầu không bị biến dạng. Khi tác dụng một lực F = 5 N vào lò xo cũng theo phương ngang, ta thấy nó dãn được 2,5 cm.*

a. Tìm độ cứng của lò xo.

b. Xác định giá trị thế năng đàn hồi của lò xo khi nó dãn được 5 cm.

c. Tính công do lực đàn hồi thực hiện khi lò xo được kéo dãn thêm từ 2,5 cm đến 5 cm. Công này dương hay âm? Giải thích ý nghĩa. Bỏ qua mọi lực cản.

Giải

a. Độ cứng của lò xo: $F = k.\Delta x \Rightarrow k = \dfrac{F}{\Delta x} = \dfrac{5}{0,025} = 200\ N/m$

b. Thế năng đàn hồi của lò xo khi bị dãn 5 cm:

$$Wt = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}.200.0,05^2 = 0,25\ J$$

c. Công của lực đàn hồi khi lò xo được kéo dãn thêm từ 2,5 cm đến 5 cm:

Công của lực đàn hồi bằng độ giảm thế năng đàn hồi:

$$A_{12} = Wt_{dh1} - Wt_{dh2}$$

$$\Leftrightarrow A_{12} = \frac{1}{2}k\left(x_1^2 - x_2^2\right) = \frac{1}{2}.200.\left(0,025^2 - 0,05^2\right)$$

$$A_{12} = -0,1875\ J$$

Công này âm chứng tỏ công của lực đàn hồi là công cản.

Đáp số: a. k = 200 N/m; b. W_t = 0,25 J; A_{12} = - 0,1875 J

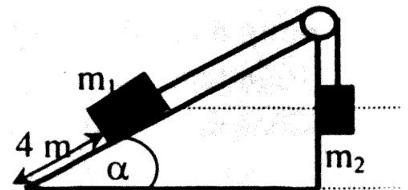
C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 15.1: Một thang máy có khối lượng m = 500 kg chuyển động từ vị trí M cách mặt đất h_M = 20 m xuống tới vị trí N cách mặt đất h_N = 4 m. Chọn gốc thế năng là mặt đất.

a. Chọn gốc thế năng là mặt đất. Tính thế năng của thang máy khi ở M và khi ở N.

b. Chọn gốc thế năng tại N thì thế năng tại M và tại mặt đất bằng bao nhiêu.

Bài 15.2: Hai vật m_1 = 1 kg và m_2 = 2 kg nối với nhau bằng một sợi dây không dãn vắt qua ròng rọc như hình 15.1. Biết $\alpha = 30^o$, g = 10 m/s^2, ban đầu m_1 và m_2 ở cùng một độ cao và m_1 ở cách chân mặt phẳng nghiêng 4 m. Chọn gốc tính thế năng tại chân mặt phẳng nghiêng.



Hình 15.1

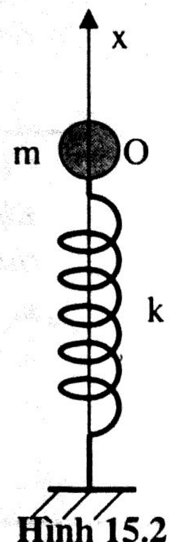
a. Tính thế năng và độ biến thiên thế năng của từng vật ở vị trí ban đầu và ở vị trí m_2 đi xuống được 1 m.

b. Cho biết thế năng của mỗi vật tăng hay giảm?

Bài 15.3: Một lò xo có chiều dài tự nhiên l_0 = 30 cm, độ cứng k = 25 N/m đầu dưới gắn trên mặt sàn đầu trên gắn một vật nặng khối lượng m = 100 g. Lò xo luôn được giữ thẳng đứng như hình vẽ 15.2. Chọn trục tọa độ thẳng đứng, chiều dương hướng lên, gốc thế năng là ở vị trí cân bằng O. Lấy g = 10 m/s^2.

a. Tính chiều dài của lò xo lúc vật ở vị trí cân bằng.

b. Tính thế năng đàn hồi của lò xo, thế năng trọng trường của vật và thế năng toàn phần của hệ khi vật qua vị trí chiều dài tự nhiên.



Hình 15.2

CHỦ ĐỀ XVI
ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. Định luật bảo toàn cơ năng

a. Trường hợp trọng lực

$$\frac{mv_1^2}{2} + mgz_1 = \frac{mv_2^2}{2} + mgz_2$$

b. Trường hợp lực đàn hồi

$$W = W_đ + W_{đh} = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \text{hằng số}$$

c. Trong trường lực thế bất kì

Cơ năng của một vật chỉ chịu tác dụng của những lực thế luôn được bảo toàn.

2. Biến thiên cơ năng – Công của lực không phải là lực thế

Khi vật chịu tác dụng của lực không phải là lực thế, cơ năng của vật không bảo toàn và công của lực này bằng độ biến thiên cơ năng của vật.

$$A_{12} = W_2 - W_1$$

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

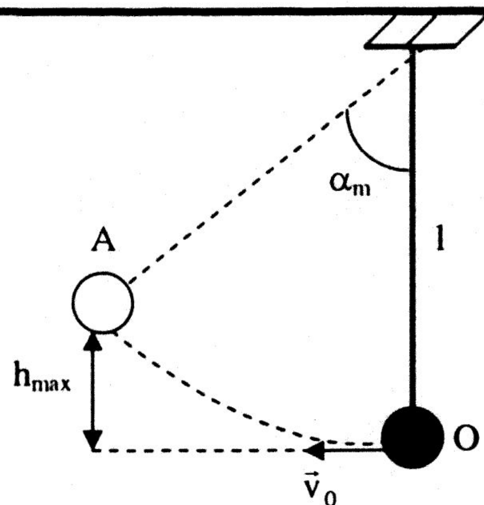
1. Bảo toàn cơ năng của vật trong trường trọng lực

$$\frac{mv_1^2}{2} + mgz_1 = \frac{mv_2^2}{2} + mgz_2$$

Bài 1: ***Một vật nặng khối lượng m = 400 g treo vào đầu dưới sợi dây không co dãn chiều dài l = 50 cm, đầu trên treo vào một điểm cố định. Đưa vật tới vị trí góc lệch α_m = 60° so với phương thẳng đứng rồi buông tay như hình 16.1. Lấy g = 10 m/s².***

a. Tính thế năng của vật ở vị trí cao nhất và ở vị trí ứng với góc lệch $\alpha = 30^0$.

b. Tính động năng và vận tốc của vật khi nó qua vị trí cân bằng O.



Hình 16.1

Giải

a. + $\alpha_m = 60°$: Chọn gốc thế năng tại O, ta có: $W_{tO} = 0$; $W_{dA} = 0$

Thế năng tại A:

$W_{t\alpha m} = mgh_{\alpha m} = mgl\,(1 - \cos\alpha_m) = 0,4 \,.\, 10 \,.\, 0,5 \,.(1 - \cos 60^0) = 1$ J

+ $\alpha = 30°$: Thế năng:

$W_{t\alpha} = mgh_\alpha = mgl\,(1 - \cos\alpha_m) = 0,4 \,.\, 10 \,.\, 0,5 \,.(1 - \cos 30^0) = 0,27$ J

b. Theo định luật bảo toàn cơ năng:

$$W_A = W_O$$

$$W_{dA} + W_{tA} = W_{dO} + W_{tO}$$

$$\Rightarrow W_{dO} = W_{tA} = 1 \text{ J}$$

+ Vận tốc tại O:

$$W_{dO} = \frac{mv_O^2}{2} \Rightarrow v_o = \sqrt{\frac{2W_{dO}}{m}} = \sqrt{\frac{2.1}{0,4}} = \sqrt{5} \text{ m/s}$$

***Đáp số:** a) $W_{t\alpha m} = 1$ J; $W_{t\alpha} = 0,27$ J; b) $W_{dO} = 1$J; $v_O = \sqrt{5}$ m/s*

2. Bảo toàn cơ năng của vật dưới tác dụng của lực đàn hồi

$$W = W_d + W_{dh} = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \text{hằng số}$$

Bài 2: ***Một con lắc lò xo thẳng đứng gồm một lò xo có độ cứng k = 200 N/m, đầu trên treo vào một điểm cố định, đầu dưới treo vật nặng khối lượng m = 500 g. Chọn gốc O trùng vị trí cân bằng. Đưa vật tới vị trí M làm lò xo bị dãn 6,5 cm.***

a. Tính công của lực đàn hồi và của trọng lực khi vật di chuyển từ vị trí cân bằng O tới vị trí M.

b. Thả vật, tính vận tốc của vật khi nó qua vị trí cân bằng.

Giải

a. Ở vị trí cân bằng O vật chịu tác dụng của hai lực cân bằng là trọng lực $\vec{P}$ thẳng đứng hướng xuống và lực đàn hồi $\vec{F}_{dh}$ của lò xo hướng lên. Do đó:

$$\vec{P} + \vec{F}_{dh} = 0$$

$$\Rightarrow F_{dh} = P \Rightarrow k.|\Delta l| = mg$$

Với $|\Delta l|$ = độ nén của lò xo lúc vật ở vị trí cân bằng.

$$\Rightarrow |\Delta l| = \frac{mg}{k} = \frac{0,5.10}{200} = 2,5.10^{-2} \text{ m} = 2,5 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \Delta l = l_{CB} - l_0 = 4 \text{ cm}$$

Ở vị trí cân bằng lò xo dãn 4 cm. Khi đưa vật tới vị trí lò xo dãn 6,5 tức là làm vật di chuyển theo phương thẳng đứng một đoạn:

$$\Delta x = 6,5 - 2,5 = 4 \text{ cm}.$$

Vậy công của lực đàn hồi của lò xo trong trường hợp đó là:

$$A_{dh} = \Delta W_{tdh} = -\frac{k.\Delta x^2}{2} = -\frac{200.(4.10^{-2})^2}{2} = -0,16\ J$$

Công của trọng lực trong trường hợp đó là:

$$A_P = mg.\Delta x = 0,5\ .\ 10\ .\ 4.10^{-2} = 0,04\ J$$

b. Theo định lí động năng:

$$W_{dM} - W_{dO} = A_{dh} + A_P = -0,16 + 0,04 = -0,12\ J$$

$$\Rightarrow W_{dO} = \frac{mv_O^2}{2} = 0,12\ J \Rightarrow v_o = \sqrt{\frac{2W_{dO}}{m}} = \sqrt{\frac{2.0,12}{0,5}} = 0,4\sqrt{3}\ m/s$$

***Đáp số:** a. $A_{dh} = -0,16J$; $A_P = 4.10^{-2}\ J$; b) $v_O = 0,4\sqrt{3}\ m/s$*

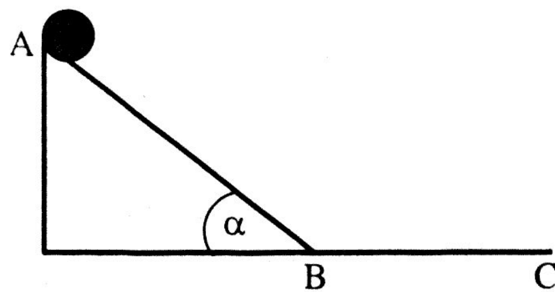
3. Biến thiên cơ năng – Công của lực không phải là lực thế

$$A_{12} = W_2 - W_1$$

Bài 3: ***Một vật trượt không vận tốc đầu từ đỉnh một mặt phẳng nghiêng xuống mặt phẳng nằm ngang như hình 16.2. Vật chuyển động trên mặt phẳng nằm ngang được 1,5 m thì dừng lại. Ma sát trên mặt phẳng nghiêng không đáng kể, hệ số ma sát trên BC là $\mu = 0,3$, $g = 10\ m/s^2$.***

a. Tính vận tốc tại B.

b. Tính độ cao h_A.



Hình 16.2

Giải

Chọn gốc thế năng tại chân mặt phẳng nghiêng.

a. Vận tốc của vật tại B là:

Áp dụng định lí động năng trên đoạn BC:

$$\frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = A_{ms} \Leftrightarrow -\frac{1}{2}mv_B^2 = -\mu mgs \Rightarrow v_B^2 = 2\mu gs$$

$$\Rightarrow v_B = \sqrt{2\mu gs} = \sqrt{2.0,3.10.1,5} = 3\ m/s$$

b. Độ cao h_A:

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng trên đoạn AB:

$$W_A = W_B \Leftrightarrow 0 + mgh_A = \frac{mv_B^2}{2} + 0$$

$$\Leftrightarrow mgh_A = \frac{mv_B^2}{2} \Rightarrow h_A = \frac{v_B^2}{2g} = \frac{3^2}{20} = 0,45\ m = 45\ cm$$

***Đáp số:** $v_B = 3\ m/s$; $h_A = 45\ cm$*

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 16.1: Một vật có khối lượng m = 1,5 kg được thả rơi tự do từ một độ cao h = 25 m so với mặt đất.

a. Tính động năng của vật lúc chạm đất.

b. Ở độ cao nào vật có động năng bằng thế năng của nó

Bài 16.2: Một vật được ném thẳng đứng lên cao với vận tốc ban đầu v_0 = 20 m/s.

a. Tính độ cao cực đại.

b. Ở thời điểm nào kể từ lúc ném vật có thế năng bằng một $\frac{1}{3}$ động năng?

Bài 16.3: Một con lắc đơn có khối lượng vật nặng m = 200 g, chiều dài dây l = $\sqrt{2}$ m. Từ vị trí cân bằng kéo con lắc tới góc lệch $\alpha = 45^0$ rồi thả nhẹ. Lấy g = 10 m/s^2. Tính:

a. Năng lượng đã truyền cho con lắc.

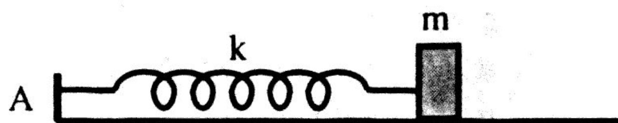
b. Vận tốc của con lắc khi nó qua vị trí cân bằng.

Bài 16.4: Một quả cầu khối lượng m = 1kg được treo vào đầu dưới của một lò xo có chiều dài tự nhiên l_0 = 50 cm, độ cứng k = 250 N/m. Đầu trên của lò xo gắn vào một điểm cố định. Lấy g = 10 m/s^2.

a. Tính chiều dài của lò xo lúc quả cầu ở vị trí cân bằng.

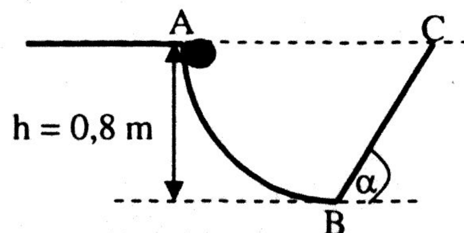
b. Đưa quả cầu tới vị trí lò xo có chiều dài 44 cm. Tính thế năng của hệ quả cầu – lò xo. Chọn gốc thế năng là vị trí cân bằng.

Bài 16.5: Một vật có khối lượng m = 200 g gắn vào đầu một lò xo có độ cứng k = 300 N/m, đầu kia của lò xo gắn vào một điểm A cố định. Hệ được đặt trên mặt phẳng nằm ngang như hình 16.5. Đưa vật đến vị trí lò xo bị dãn 4 cm rồi thả nhẹ. Xác định độ lớn vận tốc của vật khi vật tới vị trí lò xo bị nén 2 cm.



Hình 16.5

Bài 16.6: Một vật nhỏ ở A trượt không vận tốc đầu xuống một mặt cong AB sau đó chuyển động lên mặt phẳng nghiêng BC (hình 16.6). Giả sử tất cả các mặt đều không có ma sát. h = 0,8 m.



Hình 16.6

a. Vật có lên tới điểm C hay không?

b. Tính vận tốc của vật tại B.

c. Nếu hệ số ma sát trên BC là $\mu = 0,1$ tính độ cao cực đại mà vật có thể lên tới được trên BC. Cho $\alpha = 60^o$, g = 10 m/s^2.

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP ÁN CHƯƠNG IV
CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

CHỦ ĐỀ XII
ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

Bài 12.1:

Động lượng của vật ở thời điểm thứ ba và thứ năm lần lượt là:

$$p_3 = mv_3;\ p_5 = mv_5$$

trong đó:

$$v_3 = gt_3;\ v_5 = gt_5$$

Độ biến thiên động lượng của vật từ thời điểm thứ ba đến thời điểm thứ năm kể từ lúc bắt đầu rơi là:

$$\Delta p = p_5 - p_3 = mg(t_5 - t_3) = 2 . 10 . (5 - 3) = 40 \text{ kg.m/s}$$

Đáp số: Δp = 40 kg.m/s

Bài 12.2:

a. Xung lượng của lực tác dụng trong khoảng thời gian đó :

$$F\Delta t = 30 . 0{,}025 = 0{,}75 \text{ kg.m/s}$$

b. Vận tốc của vật :

$$\Rightarrow v = \frac{F\Delta t}{m} = \frac{0{,}75}{0{,}2} = 3{,}75 \text{ m/s}$$

Đáp số: a) $F\Delta t$ = 0,75 kg.m/s ; b) v = 5 m/s

Bài 12.3:

Áp dụng công thức:

$$\Delta\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \vec{F}.\Delta t$$

trong đó:

$$\vec{p}_2 = m\vec{v}_2;\ \vec{p}_1 = m\vec{v}_1;\ \vec{v}_2 = 0;\ \Delta t = 5 \text{ s}$$

$$m = 2{,}5 \text{ tấn} = 2500 \text{ kg};\ v_1 = 43{,}2 \text{ km/h} = 12 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_2 - p_1}{\Delta t} = \frac{0 - mv_1}{\Delta t} = -\frac{2500.12}{5} = -6000 \text{ N}$$

Đáp số: F = - 6000 N

Bài 12.4:

Xem khẩu pháo và đạn như một hệ kín.

Động lượng của hệ trước khi bắn:

$$\vec{p} = (M + m).\vec{V} = \vec{0}$$

Động lượng của hệ sau khi bắn:

$$\vec{p}' = m\vec{v} + M\vec{V}'$$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$\vec{p} = \vec{p}' \Leftrightarrow m\vec{v} + M\vec{V}' = \vec{0}$$

Vì $\vec{v}$ hướng chếch lên trên một góc $\alpha = 45^0$ so với mặt đất nằm ngang, mà $\vec{V}' \uparrow\downarrow \vec{v}$ nên $\vec{V}'$ cũng hướng xuống lệch một góc $\alpha = 45^0$ so với mặt đất nằm ngang và thỏa:

$$M . V' = - m . v$$

Vận tốc giật lùi V' của khẩu pháo:

$$V' = -\frac{mv}{M} = -\frac{2.40.}{100} = -0{,}8 \text{ m/s}$$

Thành phần vận tốc giật lùi của khẩu pháo theo phương ngang là:

$$V'' = V'\cos45^0 = -0{,}8.\cos45^0 = -0{,}4\sqrt{2} \text{ m/s}$$

Đáp số: V' = - 0,4$\sqrt{2}$ m/s

Bài 12.5:

Hướng dẫn giải

Áp dụng định lí biến thiên động lượng:

$$\Delta p = m(v - v_0) = F\Delta t$$

Lực đẩy trung bình của hơi thuốc súng:

$$F = \frac{m(v - v_0)}{\Delta t} = \frac{0{,}02.(700 - 0)}{2.10^{-3}} = 7000 \text{ N}$$

Đáp số: F = 7000 N

Bài 12.6:

Chọn hệ qui chiếu gắn với mặt đất. Chọn chiều chuyển động ban đầu của tên lửa là chiều dương.

Gọi vận tốc của khí phụt ra so với mặt đất là là v_1'; vận tốc của tên lửa sau khi có khí phụt ra là v_2. Ta có:

$$\vec{v}_1' = \vec{v}_1 + \vec{v}$$

Vì $\vec{v}_1 \uparrow\downarrow \vec{v}$ nên:

$$v_1' = v - v_1 = 200 - 600 = -400 \text{ m/s}$$

Dấu trừ chứng tỏ vận tốc của khối khí ngược chiều chuyển động ban đầu của tên lửa.

Xem tên lửa như một hệ kín khi chuyển động ta áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$m\vec{v} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 \qquad (1)$$

Chiếu (1) lên trục Ox thẳng đứng chiều dương là chuyển động lúc đầu của tên lửa:

$$mv = m_1v_1' + m_2v_2$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{mv - m_1v_1}{m_2} = \frac{50000 \,.\, 200 - 10000 \,.(-400)}{50000 - 10000} \approx 350\ (m/s)$$

Ta thấy $v_2 > 0$ do đó sau khi khối khí phụt ra thì tên lửa vẫn chuyển động về phía trước và có vận tốc lớn hơn lúc trước.

Đáp số: ***$v_2 = 350$ m/s***

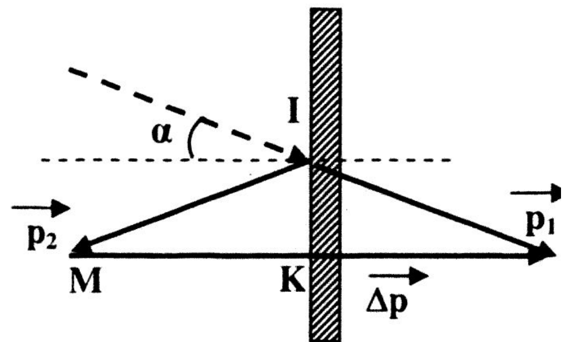
Bài 12.7:

Ta có:

$p_2 = p_1 = mv_1 = 0,5 \,.\, 4 = 2$ kg.m/s

Độ biến thiên động lượng:

$$\Delta\vec{p} = \overrightarrow{p_2} - \overrightarrow{p_1}$$



Hình 12.2

Từ hình 12.2, xét tam giác IKP_2, ta có:

$\Delta p = 2.KM = 2.IM.\cos\alpha = 2.p_2\cos\alpha$

Mặt khác, xung của lực tác dụng của tường lên quả bóng:

$$\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$$

$$\Rightarrow F.\Delta t = \Delta p = 2.\ 2.\cos 30^0 = 2\sqrt{3}\ \text{kg.m/s}$$

Đáp số: ***$F.\Delta t = 2\sqrt{3}$ kg.m/s***

Bài 12.8:

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$m_1\vec{v}_1 = (m_1 + m_2)\vec{v}$$

$$\Rightarrow v = \frac{m_1v_1}{(m_1 + m_2)} = \frac{0,3\,.2}{0,3 + 0,2} = 1,2\ \text{m/s}$$

Sau va chạm hai quả cầu cùng chuyển động cùng hướng vận tốc ban đầu của quả cầu thứ nhất với vận tốc 1,2 m/s.

Nhiệt lượng tỏa ra trong va chạm:

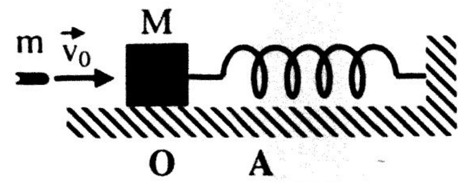
$$Q = W_d - W_d' = \frac{1}{2}m_1v_1^2 - \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2$$

$$\Rightarrow Q = \frac{1}{2}\left(0,3.2^2 - (0,3 + 0,2).1,2^2\right) = 0,24\ J$$

Đáp số: ***v = 1,2 m/s; Q = 0,24 J***

Bài 12.9:

Gọi v_1 là vận tốc ban đầu của hệ ngay sau viên đạn chui vào gỗ.



Hình 12.3a

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ kín gồm viên đạn và khối gỗ ta có :

$$m\vec{v}_1 = (m + M)\vec{v}_O \quad (1)$$

Chiếu (1) lên trục tọa độ song song và cùng chiều với vận tốc ban đầu của viên đạn:

$$mv_0 = (m + M)\, v_1$$

$$\Rightarrow v_1 = \frac{mv_O}{m + M} \qquad (1)$$

Sau khi viên đạn cắm vào khối gỗ thì hai vật sẽ chuyển động cùng vận tốc đầu v_1 làm lò xo bị nén một đoạn 5 cm tới vị trí A như hình 12.3a. Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng tại O và A ta có :

$$W_O = W_A \Leftrightarrow \frac{(m + M)v_1^2}{2} = \frac{1}{2}k(\Delta l)^2 \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra độ cứng của lò xo :

$$\Leftrightarrow k = \frac{(m + M).v_1^2}{(\Delta l)^2} = \frac{(m + M)}{(\Delta l)^2}.\left(\frac{mv_0}{m + M}\right)^2 = \frac{(mv_0)^2}{(\Delta l)^2(m + M)}$$

$$\Rightarrow k = \frac{(0{,}05\,.\,50{,}5)^2}{(0{,}05)^2.(0{,}05 + 5)} = 505 \text{ N/m}$$

Đáp số : k = 505 N/m

Bài 12.10:

Chọn hệ qui chiếu gắn với mặt đất. Chọn trục tọa độ song song với đường ray, chiều dương là chiều chuyển động ban đầu của toa goòng.

Xem hệ người và xe goòng là hệ kín, áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$(m + M)\,\vec{v}_1 = m\,\vec{v}_2 + M\,\vec{v}_3 \quad (1)$$

a. Vận tốc của xe khi người ngồi trên xe nhảy ra sau với vận tốc v_2 = - 2 m/s so với đất:
Chiếu (1) lên trục tọa độ ta có:

$$(m + M)v_1 = m_1v_2 + Mv_3$$

$$\Rightarrow v_3 = \frac{(m+M)v_1 - m.v_2}{M} = \frac{(50+500).3-50.(-2)}{500} = 3,5 \text{ m/s}$$

b. Nhảy ra trước với vận tốc $v_2 = 2$ m/s đối với đất

Ta có:

$$(m+M)v_1 = m_1v_2 + Mv_3$$

$$\Rightarrow v_3 = \frac{(m+M)v_1 - m_1v_2}{M} = \frac{(50+500).3-50.2}{500} = 3,1 \text{ m/s}$$

Đáp số: ***a.*** $v_3 = 3,5$ ***m/s; b.*** $v_3 = 3,1$ ***m/s***

Bài 12.11:

$m = 60$ kg; $h = 3$m; $\Delta t = 0,55$s

Vận tốc của người nhảy ngay sát mặt nước:

$$v = \sqrt{2gh}$$

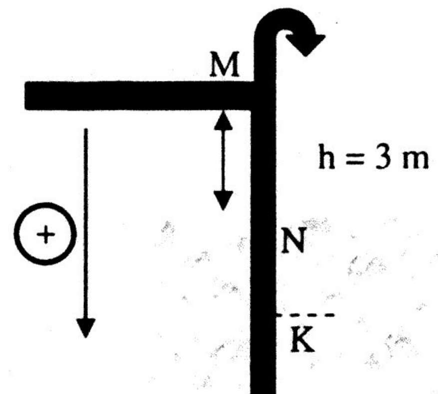
Chọn chiều dương như hình 12.4.

Độ biến thiên động lượng của người sau khi va chạm với mặt nước:

$$\Delta p = p_2 - (-p_1) = mv_2 - (-mv_1) = -mv$$

$\Delta p > 0$ nên $\overrightarrow{\Delta p}$ cùng chiều dương, ngược chiều với $\vec{v}$.

Độ lớn xung lực của mặt nước tác dụng lên người:



Hình 12.4

$$\Delta p = F.\Delta t \Rightarrow F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = -\frac{mv}{\Delta t} = -\frac{m\sqrt{2gh}}{\Delta t} = -\frac{60\sqrt{2.10.3}}{0,55} = -845 \text{ N}$$

Vậy lực cản mà nước tác dụng lên người có chiều hướng lên, có độ lớn là 845 N

Đáp số: F = - 845 N

CHỦ ĐỀ XIII - CÔNG VÀ CÔNG SUẤT

Bài 13.1:

$$F = 5.10^3\text{N}; A = 15.10^6$$

Lực kéo F của tàu đã sinh ra công A, và chúng có mối liên hệ như sau:

$$A = F.s.\cos\alpha$$

Vì lực F kéo song song với phương chuyển động nên $\cos\alpha = 1 \Rightarrow A = F.s$

$$\Rightarrow s = \frac{A}{F} = \frac{3.10^7}{3.10^3} = 10^4 \text{ m} = 10 \text{ km}$$

Đáp số: s = 10 km

Bài 13.2:

Công mà người đó đã thực hiện đối với bao gạo:

$$A = A_1 + A_2 = \vec{P}.\vec{h} + \vec{P}.\vec{s}$$

Vì $\vec{P} \uparrow\downarrow \vec{h}$; $\vec{P} \perp \vec{s}$ nên:

$$A_2 = \vec{P}.\vec{s} = 0$$

$$A = A_1 = P.h.\cos 180^0 = - mgh = - 50 . 10 . 1,5 = 750 \text{ J}$$

Đáp số: A = 750 J

Bài 13.3:

a. Lực ma sát giữa lốp xe với mặt đường:

$$F_{ms} = - \mu_t N = - \mu_t mg = - 0,25 . 25000 .10 = - 62500 \text{ N}$$

Gia tốc của xe trong thời gian từ lúc tắt máy đến lúc xe dừng lại:

$$a = \frac{F_{ms}}{m} = - \mu_t g = - 0,25 .10 = - 2,5 \text{ m/s}^2$$

Áp dụng công thức:

$$v = v_0 + at$$

Với: $v_0 = 50,4$ km/h = 14 m/s; $v = 0$

Thời gian từ lúc xe tắt máy đến lúc xe dừng lại:

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{0 - 14}{-2,5} = 5,6 \text{ s}$$

b. Quãng đường xe đi được từ lúc tắt máy đến lúc xe dừng lại:

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - 14^2}{2.(-2,5)} = 39,2 \text{ m}$$

c. Công và công suất trung bình của lực ma sát trong thời gian đó:

$$A = F_{ms}.s \cos \alpha = - 62500 . 39,2 . \cos\pi = 2450000 \text{ J} = 2450 \text{ kJ}$$

$$P_{TB} = \frac{A}{t} = \frac{2450}{5,6} = 437,5 \text{ kW}$$

Đáp số: a) t = 5,6 s; b) s = 39,2 m; c) A = 2450 kJ; P_{TB} = 437,5 kW

Bài 13.4:

Quãng đường vật rơi được trong thời gian t = 1,2 s là:

$$s = \frac{gt^2}{2} = \frac{10.1,2^2}{2} = 7,2 \text{ m}$$

Công mà trọng lực đã thực hiện được:

$$A_P = P.s.\cos\alpha = m.g.s.\cos\alpha$$

Chọn trục tọa độ có phương thẳng đứng, chiều dương hướng xuống dưới.

Vì trọng lực P hướng thẳng đứng xuống dưới nên $\cos\alpha = 1$.

$$\Rightarrow A_P = m.g.s = 2,5 . 10 .7,2 = 180 \text{ J}$$

Công suất trung bình của trọng lực:

$$P_{TB} = \frac{A_P}{t} = \frac{180}{1,2} = 150 \text{ W}$$

Công suất tức thời của trọng lực:

$$P_{tt} = F.v$$

trong đó: $F = P = mg = 2,5 \,.\, 10 = 25$ N

$v = gt = 10 \,.\, 1,2 = 12$ m/s

$P_{tt} = 25 \,.\, 12 = 300$ W

Nhận xét: ta thấy P_{TB} nhỏ hơn rất nhiều so với P_{tt}

Đáp số: $\boldsymbol{A_P = 180}$ ***J;*** $\boldsymbol{P_{TB} = 150}$ ***W;*** $\boldsymbol{P_{tt} = 300}$ ***W***

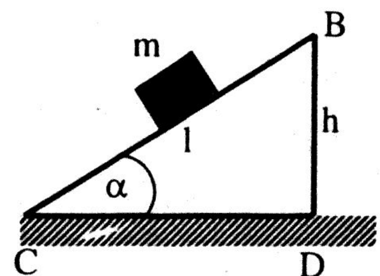
Bài 13.5:

Từ hình 13.1 ta có công của trọng lực trên đoạn đường dốc là:

$A_P = \vec{P}.\vec{s} = mg.h = 1,2 \,.\, 10 \,.\, 4 = 48$ J

Quãng đường dốc vật đi được:

$$s = BC = \frac{h}{\sin\alpha} = \frac{4}{\sin 30^0} = 8 \text{ m}$$



Hình 13.1

Thời gian vật đi hết quãng đường đó là:

$$s = \frac{at^2}{2}$$

Với $a = g\sin\alpha = 10 \sin 30^0 = 5 m/s^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{a}}\sqrt{\frac{2.8}{5}} \approx 1,79$ s

Công suất trung bình của trọng lực sinh ra trên đường đó:

$$P_{TB} = \frac{A_P}{t} = \frac{48}{1,79} \approx 26,8 \text{ W}$$

Đáp số: $\boldsymbol{A_P = 48}$ ***J;*** $\boldsymbol{P_{TB} = 26,8}$ ***W***

Bài 13.6:

Công suất trung bình của cần cẩu là:

$$P_{TB} = \frac{A}{t} = \frac{100000}{20} = 5\,000 \text{ W} = 5 \text{ kW}$$

Công có ích để nâng thùng hàng khối lượng 500 kg lên cao 15 m là:

$A_{ich} = P.h = mgh = 500 \,.\, 10 \,.\, 15 = 75\,000$ J = 75 kJ

Hiệu suất của cần cẩu:

$$H = \frac{A_{ich}}{A} = \frac{75}{100} = 75\ \%$$

Đáp số : $\boldsymbol{P_{TB} = 5}$ ***kW; H = 75 %***

CHỦ ĐỀ XIV
ĐỘNG NĂNG – ĐỊNH LÍ ĐỘNG NĂNG

Bài 14.1:

a. Động năng lúc đầu của xe tải:

$$W_{d1} = \frac{mv_1^2}{2} = \frac{3000.15^2}{2} = 337\,500 \text{ J} = 337,5 \text{ kJ}$$

b. Động năng lúc sau của xe tải:

$$W_{d2} = \frac{mv_2^2}{2} = \frac{3000.5^2}{2} = 37\,500 \text{ J} = 37,5 \text{ kJ}$$

Độ biến thiên động năng của xe tải trên đoạn đường s:

$$\Delta W_d = W_{d2} - W_{d1} = 37,5 - 337,5 = -300 \text{ kJ}$$

Công của lực hãm:

$$A_h = F_h.s = \Delta W_d = -300 \text{ kJ}$$

Lực hãm trung bình của xe tải trên đoạn đường s:

$$F_h = \frac{A_h}{s} = \frac{-300000}{100} = -3000 \text{ N}$$

Đáp số: a) $W_{d1} = 337,5$ kJ; b) $\Delta W_d = -300$ kJ; $F_h = -3000$ N

Bài 14.2:

Ta có:

$$W_{d1} = \frac{1}{9}W_{d2} \Rightarrow \frac{m_1v_1^2}{2} = \frac{1}{9}.\frac{m_2v_2^2}{2}$$

Mà:

$$m_2 = 3m_1 \Rightarrow \frac{m_1v_1^2}{2} = \frac{1}{9}.\frac{3m_1v_2^2}{2} \Rightarrow v_2 = \sqrt{3}\,v_1$$

Mặt khác:

$$\frac{m_1(v_1-3)^2}{2} = \frac{m_2v_2^2}{2} = \frac{3m_1(\sqrt{3}v_1)^2}{2}$$

$$\Rightarrow 8v_1^2 + 6v_1 - 9 = 0$$

$$\Rightarrow v_1 = = 0,75 \text{ m/s (nhận)}; v_1 = -1,5 \text{ m/s (loại)}$$

$$\Rightarrow v_2 = 0,75\sqrt{3} \text{ m/s}$$

Đáp số: $v_1 = 0,75$ m/s; $v_2 = 0,75\sqrt{3}$ m/s

Bài 14.3:

Theo định lí động năng công của lực hãm của tàu hỏa thứ nhất là:

$$A_{h1} = W_{d1} - W_{d01} = \frac{m_1v_1^2}{2} - \frac{m_1v_{01}^2}{2} = -F_{h1}.s_1 = -m_1a.s_1$$

$$\text{Với: } W_{đ1} = \frac{m_1v_1^2}{2} = 0 \Rightarrow A_{h1} = -\frac{m_1v_{01}^2}{2} = -m_1a.s_1$$

Quãng đường tàu hỏa thứ nhất đi được từ lúc hãm phanh đến lúc xe dừng lại:

$$s_1 = \frac{v_{01}^2}{2a} = \frac{20^2}{2.0,5} = 400 \text{ m}$$

Tương tự:

Theo định lí động năng công của lực hãm của tàu hỏa thứ hai là:

$$A_{h2} = W_{đ2} - W_{đ02} = \frac{m_2v_2^2}{2} - \frac{m_2v_{02}^2}{2} = -F_{h2}.s_2 = -m_2a.s_2$$

$$\text{Với: } W_{đ2} = \frac{m_2v_2^2}{2} = 0 \Rightarrow A_{h2} = -\frac{m_2v_{02}^2}{2} = -m_2a.s_2$$

Quãng đường tàu hỏa thứ hai đi được từ lúc hãm phanh đến lúc xe dừng lại:

$$s_2 = \frac{v_{02}^2}{2a} = \frac{15^2}{2.0,5} = 225 \text{ m}$$

Tổng quãng đường hai tàu hỏa đi được từ lúc phanh đến lúc dừng lại là:

$$s = s_1 + s_2 = 400 + 225 = 625 \text{ m} < 650 \text{ m}$$

$\Rightarrow$ Hai tàu hỏa kịp dừng không va chạm.

Bài 14.4:

Khi vật được ném lên từ mặt đất nó chịu tác dụng của hai lực là trọng lực P và lực cản không khí F_C đều có phương chiều hướng xuống $\Rightarrow$ Vật chuyển động chậm dần đều và đạt độ cao h khi vận tốc đạt $v_h = 0$. Ta có:

$$v_h^2 - v_0^2 = 2gh$$

$$\Rightarrow h = -\frac{v_0^2}{2g} = \frac{8^2}{2.10} = 3,2 \text{ m}$$

Theo định lí động năng:

$$W_{đh} - W_{đ0} = A_P + A_c = -Ph - F_C.h$$

$$\Rightarrow \frac{mv_h^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = -\frac{mv_0^2}{2} = -Ph - F_C.h$$

$$\Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = Ph + F_C.h \qquad (1)$$

Sau đó vật rơi xuống đất, trong giai đoạn này vật chịu tác dụng của hai lực là trọng lực P hướng xuống và lực cản không khí F_C có phương

chiều hướng lên và chạm đất với vận tốc $v_Đ$ = 6 m/s. **Theo định lí động** năng:

$$W_{dĐ} - W_{dh} = A_P + A_c = Ph - F_C.h$$

$$\Rightarrow \frac{mv_Đ^2}{2} - \frac{mv_h^2}{2} = \frac{mv_Đ^2}{2} = Ph - F_C.h \quad \textbf{(2)}$$

Lấy (1) – (2) vế với vế ta được:

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_Đ^2}{2} = 2F_Ch$$

Độ lớn của lực cản không khí lên vật là:

$$F_C = \frac{m(v_0^2 - v_Đ^2)}{4h} = \frac{2.(8^2 - 6^2)}{4\,.\,3{,}2} = 4{,}375\ \text{N}$$

Đáp số: F_C = 4,375 N

CHỦ ĐỀ XV
THẾ NĂNG TRỌNG TRƯỜNG – THẾ NĂNG ĐÀN HỒI

Bài 15.1:

a. Chọn gốc thế năng là mặt đất.

Thế năng của thang máy khi ở M và khi ở N.

$$W_{tM} = mgh_M = 500\,.10\,.20 = 100\,000\text{ J} = 100\text{ kJ}$$

$$W_{tN} = mgh_N = 500\,.10\,.4 = 20\,000\text{ J} = 20\text{ kJ}$$

b. Chọn gốc thế năng tại N.

Thế năng tại M và tại mặt đất.

$$W_{tM} = mg(h_M - h_N) = 500\,.10\,.\,(20-4) = 80\,000\text{ J} = 80\text{ kJ}$$

$$W_{tĐ} = -\,mgh_N = -\,500\,.10\,.4 = -\,20\,000\text{ J} = -\,20\text{ kJ}$$

Đáp số: a) W_{tM} = 100 kJ; W_{tN} = 20 kJ; b) W_{tM} = 80 kJ; $W_{tĐ}$ = - 20 kJ

Bài 15.2:

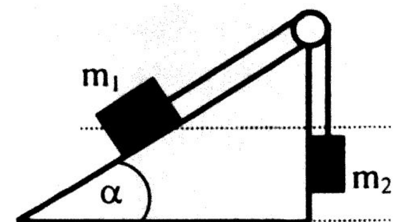
$m_1 = 1$ kg; $m_2 = 2$ kg; $\alpha = 30^o$; $g = 10$ m/s^2; $l = 4$ m; $s = 1$ m

Chọn gốc tính thế năng tại chân mặt phẳng nghiêng.

a. Từ hình 15.1a, ta có:

Độ cao ban đầu của hai vật:

$$z_1 = z_2 = l.\sin 30^o = 4.(0{,}5) = 2\text{ m}$$



Hình 15.1a

Thế năng của m_1:

$$Wt_1 = m_1gz_1 = 1.10.2 = 20\text{ N}$$

Thế năng của m_2:

$$Wt_2 = m_2gz_2 = 2.10.2 = 40\ N$$

Ở vị trí m_2 đi xuống được 1 m thì m_1 đi lên trên mặt phẳng nghiêng một đoạn s = 1 m, nghĩa là độ cao của m_1 được nâng lên một đoạn:

$$h = s.\sin 30° = 1.(0,5) = 0,5\ m$$

Thế năng của m_{1s}:

$$Wt_{1s} = m_1g(z_1 + 0,5) = 1.10.2,5 = 25\ N$$

Khi m_2 đi xuống 1 m thì độ cao của nó so với chân mặt phẳng nghiêng giảm đi 1 m. Thế năng của m_{2s}:

$$Wt_{2s} = m_2g(z_2 - 1) = 2.10.1 = 20\ N$$

Độ biến thiên thế năng của m_1:

$$\Delta Wt_1 = Wt_{1s} - Wt_1 = 25 - 20 = 5\ N$$

Độ biến thiên thế năng của m_2:

$$\Delta Wt_2 = Wt_{2s} - Wt_2 = 20 - 40 = -20\ N$$

b. Ta có:

$\Delta Wt_1 = 5\ N > 0$: vậy thế năng của vật m_1 tăng.

$\Delta Wt_2 = -20\ N < 0$: vậy thế năng của vật m_2 giảm.

Đáp số: a) $\Delta Wt_1 = 5\ N$; b) $\Delta Wt_2 = -20\ N$

Bài 15.3:

Hướng dẫn giải

a. Ở vị trí cân bằng O vật chịu tác dụng của hai lực cân bằng là trọng lực $\vec{P}$ thẳng đứng hướng xuống và lực đàn hồi $\vec{F}_{dh}$ của lò xo hướng lên. Do đó:

$$\vec{P} + \vec{F}_{dh} = 0$$

$$\Rightarrow F_{dh} = P \Rightarrow k.|\Delta l| = mg$$

Với $|\Delta l|$ = độ nén của lò xo lúc vật ở vị trí cân bằng.

$$\Rightarrow |\Delta l| = \frac{mg}{k} = \frac{0,1.10}{25} = 4.10^{-2}\ m = 4\ cm$$

$$\Rightarrow \Delta l = l_{CB} - l_0 = -4\ cm$$

Chiều dài của lò xo lúc vật ở vị trí cân bằng:

$$l_{CB} = l_0 + \Delta l = 30 - 4 = 26\ cm$$

b. Chọn gốc thế năng là ở vị trí cân bằng O. Thế năng đàn hồi của lò xo khi vật qua vị trí chiều dài tự nhiên: $\Delta l = 0$

$$W_{tdh} = \frac{k.\Delta l^2}{2} = 0$$

Thế năng trọng trường của vật khi vật qua vị trí chiều dài tự nhiên:

$$W_{tP} = mg|\Delta l| = 0,1 . 10 . 4.10^{-2} = 4.10^{-2} J$$

Thế năng toàn phần của hệ khi vật qua vị trí chiều dài tự nhiên:

$$W_t = W_{tdh} + W_{tP} = 4.10^{-2} J$$

***Đáp số:** a. $l_0 = 26$ cm; b. $W_{dh} = 0$; $W_{tP} = 4.10^{-2}$ J; $W_t = 4.10^{-2}$J*

CHỦ ĐỀ XVI
ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG

Bài 16.1:

a. Theo định luật bảo toàn cơ năng:

$$W_h = W_D$$

$$W_{dh} + W_{th} = W_{dD} + W_{tD}$$

Chọn gốc thế năng ở mặt đất, tức là $W_{tD} = 0$. Động năng của vật lúc chạm đất là:

$$W_{dD} = W_{th} = mgh = 1,5 . 10 . 25 = 375 J$$

b. Gọi h' là độ cao mà vật có động năng bằng thế năng của nó. Ta có:

$$W_{dh'} = W_{th'}$$

Theo định luật bảo toàn cơ năng:

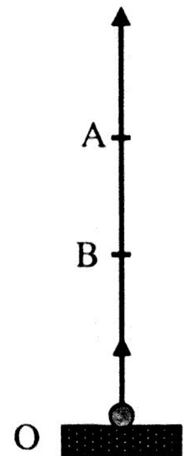
$$W = W_{dh'} + W_{th'} = 2W_{th'} = W_h$$

$$\Rightarrow 2 mgh' = mgh$$

$$\Rightarrow h' = \frac{h}{2} = 12,5 m$$

***Đáp án:** $W_{dD} = 375$ J; h' = 12,5 m*

Bài 16.2:



Hình 16.3

Chọn gốc thế năng tại mặt đất như hình 16.3.

a. Độ cao cực đại của vật:

Gọi A là điểm mà tại đó vật có độ cao cực đại.

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có:

$$W_O = W_A \Leftrightarrow \frac{mv^2}{2} = mgh_{max}$$

$$\Leftrightarrow h_{max} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{20^2}{2.10} = 20 m$$

b. Thời điểm thế năng bằng một nửa động năng:

Gọi điểm B là điểm mà tại đó thế năng bằng một nửa động năng, ta có:

$$W_{dB} = 3W_{tB}$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có:

$$W_A = W_B$$

$$\Rightarrow W = W_{dB} + W_{tB} = 4W_{tB} = W_h$$

$$\Rightarrow 4 mgh_B = mgh_{max}$$

$$\Rightarrow h_B = \frac{h_{max}}{4} = 5 \text{ m}$$

Thời điểm để vật đi qua B:

$$h = v_0t - \frac{gt^2}{2} = 20\,t - 5t^2 = 5$$

$\Rightarrow t_1 = 0{,}27$ s (thời điểm vật đi lên tới B)

$t_2 = 3{,}73$ s (thời điểm vật đi xuống tới B)

***Đáp số:** a) $h_{max} = 20$ m; b) $h_B = 5$ m; c) $t_1 = 0{,}27$ s; $t_2 = 3{,}73$ s*

Bài 16.3:

a. Năng lượng truyền cho con lắc là thế năng trọng trường khi đưa con lắc tới vị trí A ứng với góc lệch $\alpha = 45^0$:

$$W = W_{tA} = mgh_\alpha = mgl(1 - \cos\alpha)$$

$$\Rightarrow W = 0{,}2 \,.\, 10 \,.\, \sqrt{2} \,.\, (1 - \cos45^0) \approx 0{,}83 \text{ J}$$

b. Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$W_{VTCB} = W_A$$

Chọn gốc thế năng tại vị trí cân bằng ta có:

$$W_{d\ VTCB} = W_{t\,A} \Rightarrow \frac{mv_{VTCB}^2}{2} = W_{tA}$$

Vận tốc của con lắc khi nó qua vị trí cân bằng:

$$v_{VTCB} = \sqrt{\frac{2W_{tA}}{m}} = \sqrt{\frac{2.0{,}83}{0{,}2}} \approx 2{,}88 \text{ m/s}$$

***Đáp số:** a. $E = 0{,}83$ J; b. $v_{VTCB} = \pm 2{,}88$ m/s*

Bài 16.4:

a. Chọn trục Ox như hình 16.4, gốc O ở vị trí cân bằng, chiều dương hướng xuống. Độ biến dạng của lò xo lúc quả cầu ở vị trí cân bằng:

$$\vec{P} + \vec{F}_{dh} = 0$$

$$\Rightarrow F_{dh} = P \Rightarrow k.|\Delta l| = mg$$

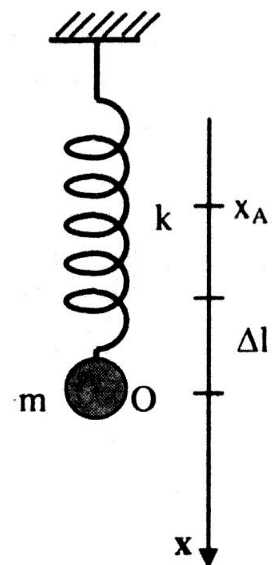
Với $|\Delta l|$ = độ dãn của lò xo lúc quả cầu ở vị trí cân bằng.

$$\Rightarrow |\Delta l| = \frac{mg}{k} = \frac{1.10}{250} = 4.10^{-2} \text{ m} = 4 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \Delta l = l_{CB} - l_0 = 4 \text{ cm}$$

Chiều dài của lò xo lúc quả cầu ở vị trí cân bằng:

$$l_{CB} = l_0 + \Delta l = 50 + 4 = 54 \text{ cm}$$



Hình 16.4

b. Đưa quả cầu tới vị trí A lò xo có chiều dài 44 cm. Khi đó lò xo có tọa độ là:

$$x_A = l_A - l_{CB} = 44 - 54 = -\,10 \text{ cm} = -\,0{,}1 \text{ m}$$

Thế năng của hệ quả cầu – lò xo:

$$W_t = W_{tP} + W_{t\,lò\,xo} = mgx_A + \frac{k.[(\Delta l + x_A)^2 - (\Delta l)^2]}{2}$$

$$W_t = 1.10.(-0,1) + \frac{250.\{[(4-10).10^{-2}]^2 - (4.10^{-2})^2\}}{2} = 1,25\ J$$

Đáp số: a) l_{CB} = 45 cm; b) W_t = 1,25 J

Bài 16.5:

Ở vị trí lò xo dãn Δl_1 = 4 cm, vật có vận tốc $v_1 = 0$. Cơ năng của vật là:

$$W_1 = W_{t1} + W_{đ1} = \frac{k.(\Delta l_1)^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} = \frac{300.(4.10^{-2})^2}{2} = 0,24\ J$$

Ở vị trí lò xo bị nén Δl_2 = -2 cm, vật có vận tốc v_2. Cơ năng của vật là:

$$W_2 = W_{t2} + W_{đ2} = \frac{k.(\Delta l_2)^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$W_2 = W_1 \Rightarrow \frac{k.(\Delta l_2)^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = W_1$$

Độ lớn vận tốc của vật khi vật tới vị trí lò xo bị nén 2 cm:

$$v_2 = \sqrt{\frac{2}{m}\left(W_1 - \frac{k(\Delta l_2)^2}{2}\right)} = \sqrt{\frac{2}{0,2}\left(0,24 - \frac{300(2.10^{-2})^2}{2}\right)} \approx 1,34\ m/s$$

Đáp số: v_2 = 1,34 m/s

Bài 16.6:

Chọn gốc thế năng tại B.

a. Vì trên AB và BC đều không có lực ma sát. Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng tại điểm A và điểm M mà tại đó vật có vận tốc bằng không ta có:

$$W_A = W_M \Leftrightarrow mgz_A = mgz_M$$

$$\Rightarrow z_A = z_M$$

Suy ra vật sẽ lên tới điểm có cùng độ cao với A. Vậy vật sẽ lên tới điểm C sau đó rơi trở lại mặt phẳng nghiêng.

b. Vận tốc của vật tại B:

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có:

$$W_A = W_B \Leftrightarrow mgz_A = \frac{mv_B^2}{2} \Rightarrow v_B = \sqrt{2gz_A} = \sqrt{2.10.0,8} = 4\,(m/s)$$

Vậy khi không có ma sát vận tốc của vật tại B là 4 m/s.

c. Độ cao cực đại mà vật có thể lên tới được trên BC khi $\mu = 0,1$

Trên BC vì có thêm lực ma sát do đó ta phải kể thêm công của lực ma sát công này bằng độ biến thiên cơ năng của vật.

Gọi D là điểm trên BC mà tại đó vận tốc của vật bằng không.

$$A_{ms} = \Delta W = W_B - W_D$$

$$\Leftrightarrow W_D = W_B - A_{ms} = \frac{mv_B^2}{2} - F_{ms}.s \quad (*)$$

$$F_{ms} = \mu.N = \mu mg\cos\alpha \quad (1)$$

$$s = \frac{h}{\sin\alpha} \quad (2)$$

Thế (1) và (2) vào (*) ta có:

$$mgh_D = \frac{mv_B^2}{2} - \mu mg\cos\alpha.\frac{h_D}{\sin\alpha}$$

$$h_D = \frac{v_B^2}{2g(1+\mu\cot g\alpha)} = \frac{16}{20(1+0,1.\frac{1}{\sqrt{3}})} = 0,756\,(m)$$

Vậy độ cao cực đại mà vật lên được trên BC là h = 0,756 m

Đáp số: a) Có; b) v_B = 4 m/s; c) h = 0,756 m

PHẦN II - NHIỆT HỌC

CHƯƠNG V - CHẤT KHÍ

CHỦ ĐỀ XVII
THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ
CẤU TẠO CHẤT

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. ***Lượng chất, mol***

   1 mol là lượng chất trong đó có chứa một số phân tử hay nguyên tử bằng số nguyên tử chứa trong 12 g cacbon 12.

   Số phân tử (hay nguyên tử) N có trong khối lượng m của một chất:

$$N = \nu N_A = \frac{m}{\mu} N_A$$

   trong đó: ν: số mol; μ: khối lượng mol; N_A: hằng số Avôgađrô.

   $N_A = 6{,}02.10^{23}\ mol^{-1}$

2. ***Thuyết động học phân tử***
   - Các chất được cấu tạo từ các nguyên tử, phân tử.
   - Các nguyên tử, phân tử chuyển động không ngừng.
   - Chuyển động của các nguyên tử, phân tử cấu tạo nên vật càng nhanh thì nhiệt độ của vật càng cao.
   - Các nguyên tử, phân tử tương tác với nhau bằng các lực hút và lực đẩy.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Bài 1: ***Một bình kín chứa 2,5 g khí hêli ở điều kiện chuẩn. Tính:***

a. Thể tích của bình chứa.

b. Số phân tử khí hêli có trong bình.

Giải

a. Ở điều kiện chuẩn (nhiệt độ 0^0C và áp suất trong bình là 1 atm) một mol khí He có thể tích là $V_0 = 22{,}4$ lít và có khối lượng là $\mu = 4$ g/mol.

Khối lượng khí hêli trong bình là 2,5 g ở điều kiện chuẩn $\Rightarrow$ thể tích của bình chứa là:

$$V = \frac{m}{\mu}V_0 = \frac{2,5}{4}.22,4 = 14 \text{ lít}$$

b. Cứ 1 mol khí hêli ở điều kiện chuẩn có khối lượng là μ = 4 g/mol và chứa N_A phân tử khí hêli.

Khối lượng khí hêli trong bình là 2,5 g ở điều kiện chuẩn ⇒ số phân tử khí hêli trong bình chứa là:

$$N = \frac{m}{\mu}.N_A = \frac{2,5}{4}.6,02.10^{23} = 3,7625.10^{23} \text{ phân tử}$$

Đáp số: a) V = 14 lít; b) N = 3,7625.10^{23} phân tử

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 17.1: Tính số phân tử H_2O có trong 3 g nước.

Bài 17.2: Hãy xác định số mol, khối lượng một phân tử và số phân tử chứa trong 3,4 g khí NH_3.

Bài 17.3: Một phòng kín có kích thước 5 m x 6 m x 4 m chứa không khí. Biết rằng không khí có chứa 22% là khí O_2 và 78% là khí Nitơ và khối lượng riêng của không khí là 1,29 kg/m^3. Tính:

a. Khối lượng không khí chứa trong phòng.

b. Số phân tử khí oxi và số phân tử khí nitơ chứa trong phòng.

CHỦ ĐỀ XVIII
CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA KHÍ LÍ TƯỞNG

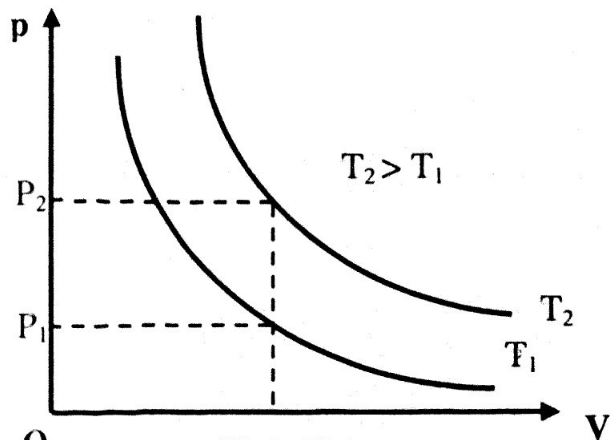
A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. Định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt

- ***Định luật***

Ở nhiệt độ không đổi, tích của áp suất p và thể tích V của một lượng khí xác định là một hằng số:

pV = hằng số



Hình 18.1

- ***Đường đẳng nhiệt***

Trong hệ tọa độ (p, V) đường đẳng nhiệt là đường hypebol (hình 18.1). Đường đẳng nhiệt ở trên ứng với nhiệt độ cao hơn đường đẳng nhiệt ở dưới ($T_2 > T_1$).

2. Định luật Sác-lơ

- ***Định luật***

Áp suất p của một lượng khí có thể tích không đổi thì phụ thuộc vào

nhiệt độ của khí như sau:

$$p = p_0(1 + \gamma t)$$

γ có giá trị như nhau đối với mọi chất khí, mọi nhiệt độ và bằng $\frac{1}{273}$

γ : hệ số tăng áp đẳng tích

- ***Nhiệt độ tuyệt đối***

Nhiệt độ đo trong nhiệt giai Ken – vin được gọi là nhiệt độ tuyệt đối.

$$T(K) = t(^0C) + 273$$

Trong nhiệt giai Ken – vin, công thức của định luật Sác - lơ là:

$$\frac{p}{T} = \text{hằng số}$$

3. Định luật Gay Luy – xác

Thể tích V của một lượng khí có áp suất không đổi thì tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối của khí.

$$\frac{V}{T} = \text{hằng số}$$

4. Phương trình trạng thái của khí lí tưởng

$$\frac{pV}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$$

5. Phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép

$$pV = \nu RT = \frac{m}{\mu}RT$$

trong đó:

M: khối lượng khí (g); μ: khối lượng mol (g/mol)

R = 3,81 J/molK = Hằng số chung của các khí.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt

$$T = \text{const} \Rightarrow pV = \text{hằng số}$$

Bài 1: ***Bơm không khí ở áp suất 1 at vào một quả bóng cao su, mỗi lần nén pittông thì đẩy được 100 cm³. Nếu nén 60 lần thì áp suất khí trong bóng là bao nhiêu? Biết thể tích bóng là 3 l. Cho rằng trước khi bơm bóng thì trong quả bóng không có không khí và khi bơm nhiệt độ không đổi.***

Giải

Thể tích khí sau 60 lần nén: V = 0,1 . 60 = 6 *l*

Trạng thái 1: áp suất p_1 = 1 at; thể tích V_1 = 6 *l*

Trạng thái 2: áp suất p_2; thể tích $V_2 = 3\ l$

Vì nhiệt độ không thay đổi nên theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt ta có:

$$p_1V_1 = p_2V_2$$

Do đó:

$$p_2 = \frac{p_1V_1}{V_2} = \frac{6.1}{3} = 2\ \text{at}$$

Đáp số: $\boldsymbol{p_2 = 2\ at}$

2. Định luật Sác-lơ

$$V = \text{const} \Rightarrow p = p_0(1 + \gamma t)$$

$$T(K) = t\ (^0C) + 273$$

Trong nhiệt giai Ken – vin, công thức của định luật Sác – lơ là:

$$\frac{p}{T} = \text{hằng số}$$

Bài 2: ***Một bình kín chứa một lượng hơi nước có nhiệt độ*** $\boldsymbol{120^0C}$ ***và áp suất*** $\boldsymbol{p_1 = 1}$ ***atm. Làm nóng bình và khí đến nhiệt độ*** $\boldsymbol{250^0C}$ ***thí áp suất trong bình bằng bao nhiêu? Thành lập công thức cho áp suất của khí ở nhiệt độ t (Xen-xi-út) bất kì theo*** $\boldsymbol{p_1}$.

Giải

Trạng thái 1: $p_1 = 1$ atm ; $T_1 = 273 + 120 = 393$ K

Trạng thái 2: $p_2 = ?$; $T_2 = 273 + 250 = 523$ K

Quá trình biến đổi đẳng tích.

Theo định luật Sác – lơ : $\dfrac{p_1}{T_1} = \dfrac{p_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \dfrac{p_1T_2}{T_1} = \dfrac{1.523}{393} \approx 1{,}33$ atm

Thành lập công thức:

Áp suất khí ở nhiệt độ t_1 (^0C) là: $p_1 = p_0(1 + \gamma t_1)$

Áp suất khí ở nhiệt độ t (^0C) là: $p = p_0(1 + \gamma t)$

Áp suất khí ở nhiệt độ bất kì t theo t_1 là:

$$\frac{p}{p_1} = \frac{1 + \gamma t}{1 + \gamma t_1}$$

$$p = p_1 . \frac{1 + \gamma t}{1 + \gamma t_1} = p_1 . \frac{1 + \dfrac{t}{273}}{1 + \dfrac{t_1}{273}}$$

Đáp số: $\boldsymbol{p_2 = 1{,}33\ atm;\ p = p_1 . \dfrac{1 + \gamma t}{1 + \gamma t_1} = p_1 . \dfrac{1 + \dfrac{t}{273}}{1 + \dfrac{t_1}{273}}}$

3. Định luật Gay Luy – xác

$$p = \text{const} \Rightarrow \frac{V}{T} = \text{hằng số}$$

> **Bài 3:** ***Một bình chứa 20 lít không khí có áp suất p = 1 atm, ở nhiệt độ 50^0C. Nung nóng bình tới nhiệt độ 250^0C, để áp suất không đổi, người ta mở van thông bình với bình chứa thứ hai. Tính thể tích của bình chứa thứ hai.***

Giải

$$T_1 = 273 + 50 = 323 \text{ K}$$

$$T_2 = 273 + 250 = 523 \text{ K}$$

Vì áp suất không đổi, áp dụng định luật Gay Luy-xác ta có:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_1 + V_2}{T_2}$$

Thể tích của bình thứ hai là:

$$V_2 = \left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right).V_1 = \left(\frac{523}{323} - 1\right).20 = 12{,}38 \text{ lít}$$

Đáp số: $V_2 = 12{,}38$ lít

4. Phương trình trạng thái của khí lí tưởng

$$\frac{pV}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$$

> **Bài 4:** ***Người ta nén 15 lít khí ở nhiệt độ 27^0C và áp suất 1 atm để cho thể tích của nó chỉ còn là 5 lít. Khi đó nhiệt độ khối khí là 57^0C. Tính áp suất của khí sau khi nén.***

Giải

Trạng thái 1: $p_1 = 1$ atm; $V_1 = 15$ lít; $T_1 = 273 + 27 = 300$ K

Trạng thái 2: $V_2 = 5$ lít; $T_2 = 273 + 57 = 330$ K

Phương trình trạng thái:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$$

Áp suất của khí sau khi nén:

$$p_2 = \frac{p_1V_1T_2}{V_2T_1} = \frac{1.15.330}{5.300} = 3{,}3 \text{ atm}$$

Đáp số: $p_2 = 3{,}3$ atm

5. Phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép

$$pV = \nu RT = \frac{m}{\mu}RT$$

Bài 5: ***Một bình chứa khí cabônic có dung tích 50 lít, áp suất 320 kPa và nhiệt độ 47⁰C. Tính khối lượng ôxi trong bình.***

Giải

V = 50 lít = 0,05 m^3, p = 320 kPa = 320.10^3 Pa, T = (273 + 47) = 320 K

Phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép:

$$pV = \frac{m}{\mu}RT \Rightarrow m = \frac{pV\mu}{RT}$$

Khối lượng khí ôxi trong bình:

$$\Rightarrow m = \frac{320.10^3.0{,}05.44}{8{,}31.320} = 264{,}74\ g$$

Đáp số: m = 264,74 g

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 18.1: Dưới áp suất 2.10^4 N/m^2 một khối khí có thể tích 20 lít . Giữ nhiệt độ khối khí không đổi, hỏi dưới áp suất 5.10^4 N/m^2 thể tích khối khí bằng bao nhiêu?

Bài 18.2: Một bọt khí có thể tích 50 cm^3 ở đáy hồ sâu 20 m nổi lên đến mặt nước. Tính thể tích của bọt khí khi nổi lên mặt nước.

Bài 18.3: Bình dãn nở nhiệt kém chứa lượng khí nào đó:

a. Chất khí trong bình ở 0°C sẽ tác động lên bình áp suất 5 atm. Hỏi khi nhiệt độ của khí là 273⁰C, thì áp suất của nó bằng bao nhiêu ?

b. Chất khí trong bình ở 0°C có áp suất p_o. Hỏi khi áp suất của khí trong bình tăng lên gấp 4 lần thì nhiệt độ của khí lúc đó bằng bao nhiêu ?

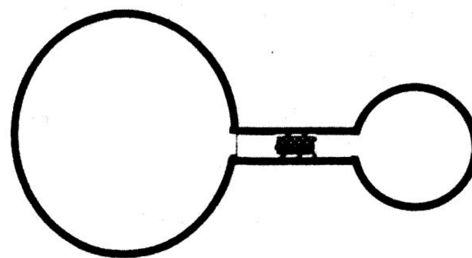
Bài 18.4: Nếu thể tích của một lượng khí giảm $\frac{1}{10}$, thì áp suất tăng $\frac{1}{5}$ so với áp suất ban đầu và nhiệt độ tăng thêm 16°C. Tính nhiệt độ ban đầu của khối khí.

Bài 18.5: Một bình kín chứa khí ôxi có thể tích 20 lít. Ôxi trong bình ở nhiệt độ 17°C và áp suất $1{,}03{,}10^7$ N/m^2.

a. Tính khối lượng khí ôxi trong bình.

b. Áp suất của khí ôxi trong bình bằng bao nhiêu, nếu một nửa lượng khí được lấy ra khỏi bình và nhiệt độ khí còn lại là 13°C. Khối lượng phân tử của ôxi là 32 g/mol.

Bài 18.6: Hai bình có thể tích 0,2 lít và 0,1 lít nối với nhau bằng ống nhỏ, ngắn, trong có chứa một khối xốp cho khí đi qua nhưng cách nhiệt như hình 18.2. Trong hai bình chứa khí ở cùng nhiệt độ 27°C và áp suất 760 mmHg. Sau đó người ta nâng nhiệt độ bình lớn lên 100°C và hạ nhiệt độ bình nhỏ xuống 0°C. Tính áp suất cuối trong hai bình.



Hình 18.2

Bài 18.7: Một bình thể tích V chứa 4g khí hiđrô ở nhiệt độ 333 K thì gây ra áp suất lên bình là $44,4.10^4$ N/m^2. Nếu đem bình này đựng 7g khí X chưa biết ở nhiệt độ 300K thì khí sẽ gây ra áp suất lên bình là 5.10^4 N/m^2

a. Tính thể tích V của bình.

b. Khí X là khí gì ?

Bài 18.8: Nén khí đẳng nhiệt từ thể tích 15 lít đến thể tích 12 lít thì thấy áp suất khí tăng thêm một lượng Δp = 40 kPa. Hỏi áp suất ban đầu của khí là bao nhiêu?

Bài 18.9: Sự biến đổi trạng thái của một khối khí lí tưởng được mô tả như hình 18.3. Biết tọa độ A(6,2) và $p_2 = 3p_1$. Xác định tọa độ của B.

Bài 18.10: Một bình được nạp khí ở nhiệt độ 27^0C dưới áp suất 250 kPa. Sau đó bình được nung nóng và áp suất trong bình tăng thêm 50 kPa. Tính nhiệt độ của bình lúc sau.

Bài 18.11: Khí trong bình kín có nhiệt độ là bao nhiêu biết khi áp suất tăng 2 lần thì nhiệt độ trong bình tăng thêm 313^0K.

Bài 18.12: Khi tăng nhiệt độ tuyệt đối của một khối khí lí tưởng lên 2,4 lần thì áp suất tăng 20%. Hỏi khi đó thể tích tăng hay giảm bao nhiêu phần trăm so với thể tích ban đầu?

Bài 18.13: Tính khối lượng riêng của không khí ở đỉnh núi cao 2500 m. Biết rằng mỗi khi lên cao thêm 10 m thì áp suất khí quyển giảm 1 mmHg và nhiệt độ trên đỉnh núi là 4^0C. Khối lượng riêng của không khí ở điều kiện chuẩn (áp suất 760mmHg và nhiệt độ 0^0C là 1,29 kg/m^3.

Bài 18.14: Một chất khí có khối lượng 1 g ở nhiệt độ phòng 27^0C dưới áp suất 0,5 atm có thể tích là 1,8 lít. Hỏi khí đó là khí gì, biết rằng đó là một đơn chất.

Bài 18.15: Khi đun nóng đẳng áp một khối khí lên 20^0C thì thể tích tăng thêm 5% so với thể tích lúc đầu. Tìm nhiệt độ khối khí lúc đầu?

Bài 18.16: Biết áp suất của khí trơ trong bóng đèn tăng hai lần khi đèn cháy sáng so với khi tắt. Biết nhiệt độ đèn khi tắt là 27°C. Hỏi nhiệt độ đèn khi cháy sáng bằng bao nhiêu?

Bài 18.17: Ở nhiệt độ 0°C, dưới áp suất p_o =1atm khối lượng riêng của chất khí D_o = 1,3 kg/m^3. Hỏi ở nhiệt độ t = 27°C dưới áp suất p = 2atm, khối lượng riêng của chất khí bằng bao nhiêu D_o ?

Bài 18.18: Một lượng khí lí tưởng ở nhiệt độ 30^0C được biến đổi qua hai giai đoạn: nén đẳng nhiệt đến áp suất gấp đôi, sau đó cho dãn nở đẳng áp trở về thể tích ban đầu.

a. Tìm nhiệt độ cuối cùng của khí.

b. Biểu diễn quá trình trên hệ trục p –V.

CHƯƠNG VI
CƠ SỞ CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

CHỦ ĐỀ XIX
HAI NGUYÊN LÍ CƠ BẢN CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NẮM VỮNG

1. Nhiệt lượng thu (tỏa) của khối khí

- *Công thức tính nhiệt lượng:*

$$Q = mc(t_2 - t_1)$$

c là nhiệt dung riêng J/g.độ; m(g) khối lượng của khối khí.
t_1 là nhiệt độ đầu; t_2 là nhiệt độ sau.

- *Phương trình cân bằng nhiệt*

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

Q > 0 nhiệt lượng thu vào; Q< 0 nhiệt lượng tỏa ra.

2. Nội năng của khối khí lí tưởng

Nội năng U của m (g) khí lí tưởng ở nhiệt độ T bao gồm động năng của các phân tử khí.

$$U = \frac{i}{2}\frac{m}{\mu}RT = \frac{i}{2}nRT$$

Độ biến thiên nội năng ΔU của khối khí lí tưởng khi chuyển từ nhiệt độ T_1 đến nhiệt độ T_2

$$\Delta U = \frac{i}{2}\frac{m}{\mu}R(T_2 - T_1) = \frac{i}{2}nR\Delta T$$

Với n số mol khí M phân tử lượng của khí và i là bậc tự do của
Phân tử: i = 3 (khí đơn nguyên tử He, Ne); i = 5 (khí phân tử có hai nguyên tử như O_2; H_2; CO...); i = 6 (khí phân tử có từ ba nguyên tử trở lên CO_2; CH_4...)

3. Công của khí lí tưởng

$$A = F.\Delta h = p.S.\Delta h = p.\Delta V$$

4. Nguyên lí thứ nhất của nhiệt động lực học

Độ biến thiên nội năng của hệ bằng tổng đại số công và nhiệt lượng mà hệ nhận được:

$$\Delta U = A + Q$$

Qui ước về dấu:

$Q > 0$: Vật nhận nhiệt lượng từ các vật khác.

$Q < 0$: Vật truyền nhiệt lượng cho các vật khác.

$A > 0$: Vật nhận công từ các vật khác.

$A < 0$: Vật thực hiện công lên các vật khác.

- Số đo độ biến thiên nội năng:

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

- Nhiệt lượng vật thu vào hay tỏa ra khi thay đổi nhiệt độ được tính bằng công thức:

$$Q = mc\Delta t$$

  Q: nhiệt lượng vật thu vào hay tỏa ra (J)

  m: khối lượng của vật (kg).

  c: nhiệt dung riêng của chất cấu tạo vật (J/kg.K)

  Δt: độ biến thiên nhiệt độ (^{0}C hoặc K).

5. Áp dụng nguyên lí thứ nhất cho các quá trình của khí lí tưởng

- Trong quá trình đẳng tích, nhiệt lượng mà khí nhận được chỉ dùng để làm tăng nội năng của khí.

$$Q = \Delta U$$

- Trong quá trình đẳng áp, một phần nhiệt lượng mà khí nhận được dùng để làm tăng nội năng của khí, phần còn lại biến thành công mà khí sinh ra.

$$Q = \Delta U - A$$

- Trong quá trình đẳng nhiệt, toàn bộ nhiệt lượng mà khí nhận được chuyển hết thành công mà khí sinh ra.

$$Q = -A$$

- Quá trình đoạn nhiệt

$$Q = -\Delta U$$

- Tổng đại số nhiệt lượng mà hệ nhận được trong cả chu trình chuyển hết thành công mà hệ sinh ra trong chu trình đó.

$$Q = -A$$

6. Động cơ nhiệt

- Động cơ nhiệt là thiết bị biến đổi nhiệt lượng thành công.
- Nguyên tắc hoạt động và cấu tạo:
  - ➢ Nguồn nóng cung cấp nhiệt lượng cho tác nhân.
  - ➢ Tác nhân biến đổi một phần nhiệt lượng thành công và nhờ thiết bị phát động mà tác động lên các vật ngoài.
  - ➢ Tác nhân truyền nhiệt lượng còn lại cho nguồn lạnh.

- Hiệu suất của động cơ nhiệt:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

trong đó:

Q_1 = nhiệt lượng động cơ nhận của nguồn nóng.

Q_2 = nhiệt lượng mà tác nhân truyền cho nguồn lạnh.

A = công động cơ sinh ra cho vật ngoài.

7. Máy lạnh

- Máy lạnh là một thiết bị dùng để lấy nhiệt từ một vật này truyền sang một vật khác nóng hơn nhờ nhận công từ các vật ngoài.
- Hiệu năng:

$$\varepsilon = \frac{Q_2}{A} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

trong đó:

Q_1 = nhiệt lượng mà tác nhân tỏa ra cho nguồn nóng.

Q_2 = nhiệt lượng mà máy lạnh lấy từ nguồn lạnh.

A = công mà máy lạnh tiêu thụ.

8. Nguyên lí thứ hai của nhiệt động lực học

Hai cách phát biểu nguyên lí thứ hai:

- Nhiệt không tự nó truyền từ một vật sang vật nóng hơn.
- Không thể chế tạo được động cơ vĩnh cửu loại hai.
- Hiệu suất cực đại của máy nhiệt.
  - Đối với động cơ nhiệt:

$$\eta_{max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

  - Đối với máy lạnh:

$$\varepsilon_{max} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Nguyên lí thứ nhất nhiệt động lực học

$$\Delta U = A + Q$$

- *Công thức tính nhiệt lượng:*

$$Q = mc(t_2 - t_1)$$

- *Phương trình cân bằng nhiệt*

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

Q > 0 nhiệt lượng thu vào; Q< 0 nhiệt lượng tỏa ra.

- *Nội năng của khối khí lí tưởng*

$$U = \frac{i}{2}\frac{m}{\mu}RT = \frac{i}{2}nRT$$

- Độ biến thiên nội năng ΔU của khối khí lí tưởng khi chuyển từ nhiệt độ T_1 đến nhiệt độ T_2.

$$\Delta U = \frac{i}{2}\frac{m}{\mu}R(T_2 - T_1) = \frac{i}{2}nR\Delta T$$

- *Công của khí lí tưởng*

$$A = F.\Delta h = p.S.\Delta h = p.\Delta V$$

Bài 1: ***Lấy 2,5 mol một chất khí lí tưởng ở nhiệt độ 300K. Nung nóng đẳng áp lượng khí này cho đến khi thể tích của nó bằng 1,5 lần thể tích lúc đầu. Nhiệt lượng cung cấp cho khí trong quá trình này là 11,04 kJ. Tính công mà khí thực hiện và độ tăng nội năng.***

Giải

Công do khí thực hiện:

$$A = p.\Delta V = p.(V_2 - V_1) = p.(1{,}5V_1 - V_1) = p.0{,}5.V_1$$

$$A = 0{,}5.p.V_1 = 0{,}5.n.R.T_1 = 0{,}5.2{,}5.8{,}31.300 = 3116\ J = 3{,}12\ kJ$$

Độ tăng nội năng:

Theo nguyên lý I của nhiệt động lực học:

$$\Delta U = Q - A = 11{,}04 - 3{,}12 = 7{,}92\ kJ$$

Đáp số: A = 3,12 kJ; ΔU = 7,92 kJ

2. Nguyên lí thứ hai nhiệt động lực học

- Đối với động cơ nhiệt:

$$\eta_{max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

- Đối với máy lạnh:

$$\varepsilon_{max} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

Bài 2: Một động cơ nhiệt làm việc sau một thời gian thì tác nhân đã nhận từ nguồn nóng nhiệt lượng $Q_1 = 3.10^8 J$, truyền cho nguồn lạnh nhiệt lượng $Q_2 = 2{,}1.10^8\ J$. Hãy tính hiệu suất thực của động cơ nhiệt này và so sánh nó với hiệu suất cực đại nếu nhiệt độ của nguồn nóng và nguồn lạnh lần lượt là 200^0C và 25^0C.

Giải

Hiệu suất thực của động cơ nhiệt

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{3.10^8 - 2{,}1.10^8}{3.10^8} = 0{,}3 = 30\%$$

Hiệu suất cực đại của động cơ:

$$H = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{298}{573} \approx 0{,}48 = 48\%$$

Hiệu suất thực tế của động cơ nhỏ hơn nhiều so với hiệu suất lí tưởng của động cơ.

Đáp số: $\eta = 30\%$; $H = 48\%$

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 19.1: Một nhiệt lượng kế bằng thép có khối lượng 1 kg chứa 500 g nước ở nhiệt độ 30°C. Người ta cung cấp cho bình một nhiệt lượng 128 kJ nhiệt độ tăng đến 80°C. Tìm nhiệt dung riêng của thép. Biết nhiệt dung riêng của nước là $c_n = 4190$ J/kgK.

Bài 19.2: Một khối khí O_2 khối lượng m =160 g chứa trong xilanh dưới pittông. Pittông có thể dịch chuyển tự do theo thành của xilanh. Đun nóng xilanh cho nhiệt độ tăng từ $t_1 = 27$°C đến $t_2 = 127$°C. Tính công do khí thực hiện.

Bài 19.3: Người ta thực hiện một công 500 J để nén khí đựng trong xi lanh. Nội năng của khí tăng 300 J. Tính nhiệt lượng khí truyền cho môi trường xung quanh.

Bài 19.4: Khối không khí trong xilanh nằm ngang được cung cấp nhiệt lượng Q = 15J. Chất khí nở ra đẩy pittông đi một đoạn l = 10 cm. Hỏi nội năng của chất khí biến thiên một lượng bằng bao nhiêu? Biết lực ma sát giữa pittông và xilanh bằng 20 N.

Bài 19.5: Một cốc nhôm khối lượng 250 g chứa 400 g nước ở nhiệt độ 25°C. Người ta thả vào cốc nước một chiếc thìa đồng khối lượng 100 g vừa rút khỏi nồi nước sôi ở 100°C. Xác định nhiệt độ của nước trong cốc khi có sự cân bằng nhiệt. Bỏ qua các hao phí nhiệt ra ngoài. Nhiệt dung riêng của nhôm là 880 J/kg.độ, của đồng là 380 J/kgđộ và của nước là $4{,}19.10^3$ J/kgđộ.

Bài 19.6: Có 2,2 kg khí CO_2 dãn nở đẳng áp, tăng nhiệt độ thêm $\Delta t = 200$°C. Tính:

a. Công mà khí đã thực hiện.

b. Độ biến thiên nội năng của khí.

c. Nhiệt lượng truyền cho khí.

Bài 19.7: Có hai bình cách nhiệt thông nhau bằng ống có khóa chứa cùng một loại khí. Lúc đầu khóa đóng, bình (1) có thể tích V_1 chứa khí ở nhiệt độ $t_1 = 27$°C dưới áp suất $p_1 = 10^5$ N/m². Bình (2) có thể tích $V_2 = \frac{V_1}{2}$ ở nhiệt độ $t_2 = 227$°C dưới áp suất $p_2 = \frac{p_1}{2}$. Mở khóa cho khí trộn lẫn nhau, tính nhiệt độ T và áp suất p cuối cùng.

Bài 19.8: Một xilanh tiết diện $S = 20\ cm^2$ được đặt thẳng đứng và chứa khí. Pit-tông của xilanh có trọng lượng $p_1 = 20$ N và có thể chuyển động không ma sát đối với xilanh. Thể tích và nhiệt độ ban đầu của khí trong xilanh là $V_\sigma = 1{,}12$ lít và $t_o = 0^oC$. Hỏi phải cung cấp cho khí một nhiệt lượng bằng bao nhiêu để nhiệt độ của khí tăng lên 20^oC trong khi áp suất của khí không đổi. Biết khi thể tích khí không đổi muốn nâng nhiệt độ của khí lên 1^0C cần nhiệt lượng 5 J. Xem áp suất khí quyển $p_0 = 10^5 N/m^2$ và quá trình dãn khí xảy ra chậm và đều.

Bài 19.9: Ở một động cơ nhiệt có nhiệt độ của nguồn nóng là 560^0C, của nguồn lạnh là 30^0C. Động cơ nhận từ nguồn nóng nhiệt lượng 5.10^7 J Tính:

a. Hiệu suất cực đại của động cơ.

b. Công cực đại là công mà động cơ nhiệt sinh ra.

Bài 19.10: Người ta dùng một máy điều hòa không khí để giữ nhiệt độ trong phòng ở 22^0C. Biết công suất máy là 1,5 kW. Tính nhiệt lượng lấy đi từ không khí trong phòng trong mỗi giờ, biết rằng hiệu năng của máy lạnh là $\varepsilon = 4$.

Bài 19.11: Hiệu suất thực của một máy hơi nước bằng 60% hiệu suất cực đại. Nhiệt độ của hơi khi ra khỏi lò hơi (nguồn nóng) là 237^0C và nhiệt độ của buồng ngưng (nguồn lạnh) là 67^0C. Tính công suất của máy hơi nước này nếu mỗi giờ nó tiêu thụ 800 kg than có năng suất tỏa nhiệt là 31.10^6 J/kg.

Bài 19.12: Xác định hiệu suất của một động cơ nhiệt biết động cơ thực hiện công 750 J khi nhận được từ nguồn nóng nhiệt lượng là 1250 J. Nếu nguồn nóng có nhiệt độ 400^0C thì nguồn lạnh có nhiệt độ cao nhất bao nhiêu?

CHƯƠNG VII
CHẤT RẮN VÀ CHẤT LỎNG – SỰ CHUYỂN THỂ

CHỦ ĐỀ XX
BIẾN DẠNG CƠ CỦA VẬT RẮN

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. *Biến dạng đàn hồi – Định luật Húc*

- Trong giới hạn đàn hồi, độ biến dạng tỉ đối tỉ lệ thuận với ứng suất gây ra nó.

$$\frac{\Delta l}{l_0} \sim \frac{F}{S} \quad \text{hay} \quad \frac{F}{S} = E\frac{\Delta l}{l_0}$$

với E được gọi là suất (môđun) đàn hồi hay suất Y-âng.

- Lực đàn hồi F_{dh} tỉ lệ với độ biến dạng $\Delta l = |l - l_0|$ của thanh rắn:

$$F = E\frac{S}{l_0}\Delta l = k\Delta l \quad \text{với} \quad k = E\frac{S}{l_0}$$

trong đó:

k là hệ số đàn hồi hay độ cứng của thanh rắn phụ thuộc vào kích thước của thanh và suất đàn hồi của chất làm thanh.

Đơn vị đo của E là paxcan (Pa) và của k là N/m

2. *Giới hạn bền*

- Các vật liệu đều có một giới hạn bền, nếu vượt quá giới hạn đó thì vật bị hư hỏng.
- Ngoài giới hạn bền, các vật rắn đàn hồi cón có giới hạn đàn hồi, nếu vượt quá giới hạn này thì tính đàn hồi của vật bị ảnh hưởng và biến dạng đàn hồi có thể trở thành biến dạng dẻo.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Định luật Húc

Bài 1: ***Một dây thép được giữ cố định một đầu, đầu dây còn lại treo vật nặng có khối lượng 500 g để dây bị biến dạng đàn hồi. Tìm độ dãn của dây biết hệ số đàn hồi của dây là 400 N/m và gia tốc rơi tự do là $g = 10\ m/s^2$***

Giải

Khi treo vật ở trạng thái cân bằng:

$$F_{dh} = P = mg$$

Theo định luật Húc: $F_{đh} = k.x$

Vậy độ dãn của dây treo là: $x = \frac{mg}{k} = \frac{0,5.10}{40} = 0,125$ m = 12,5 cm

Đáp số: x = 12,5 cm

2. Giới hạn đàn hồi – Giới hạn bền

Bài 2: ***Sợi dây thép nào dưới đây chịu biến dạng dẻo khi ta treo vào nó một vật nặng có khối lượng 5 kg (lấy g = 10 m/s²)***

A. Sợi dây thép có tiết diện 0,05 mm².

B. Sợi dây thép có tiết diện 0,10 mm².

C. Sợi dây thép có tiết diện 0,20 mm².

D. Sợi dây thép có tiết diện 0,25 mm².

Cho biết giới hạn đàn hồi và giới hạn bền của thép là 344.10^6 Pa và 600.10^6 Pa.

Giải

Dây thép chịu lực kéo bằng trọng lượng của vật treo vào nó. Do đó tiết diện giới hạn của dây để thỏa điều kiện giới hạn đàn hồi là:

$$S_{max} = \frac{P}{\sigma} = \frac{mg}{\sigma} = \frac{5.10}{344.10^6} = 1,45.10^{-7}\ m^2 = 0,145\ mm^2.$$

Tương tự, tiết diện giới hạn của dây để thỏa điều kiện giới hạn bền là:

$$S_{min} = \frac{5.10}{600.10^6} = 8,33.10^{-8}\ m^2 = 0,08\ mm^2$$

Sợi dây thép chịu *biến dạng dẻo* là sợi dây có tiết diện S nằm trong khoảng gới hạn bền và giới hạn đàn hồi.

$$0,08\ mm^2 < S < 0,145\ mm^2$$

$\Rightarrow$ Dây thép có tiết diện 0,10 mm².

Đáp án: B

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 20.1: Một sợi dây kim loại dài 2,4 m có đường kính 1,2 mm. Người ta treo một vật nặng khối lượng m = 3 kg vào đầu dưới của sợi dây, đầu trên treo vào một điểm cố định thì dây dãn thêm một đoạn 0,7 mm. Xác định suất Y-âng của kim loại đó?

Bài 20.2: Một thanh trụ đường kính 10 cm có suất Y-âng là $E = 8.10^{10}$ Pa. Thanh này đặt thẳng đứng trên một đế rất chắc chắn để chống đỡ một mái hiên. Mái hiên tạo một lực nén thanh là 2500 N. Hỏi độ biến dạng tỉ đối của thanh $\left(\frac{\Delta l}{l_0}\right)$ là bao nhiêu?

Bài 20.3: Một thanh thép có chiều dài 3 m khi chịu tác dụng của lực kéo 4.10^4 N thì thanh dài thêm 2 mm. Thép có suất đàn hồi là 2.10^{11} Pa.

CHỦ ĐỀ XXI
SỰ NỞ VÌ NHIỆT CỦA VẬT RẮN

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. *Sự nở dài*

- Độ nở dài của thanh rắn tỉ lệ với độ tăng nhiệt độ Δt và độ dài ban đầu l_0 của thanh đó.

$$\Delta l = l - l_0 = \alpha l_0 \Delta t$$

hay: $l = l_0(1 + \alpha t)$

α: hệ số nở dài, đơn vị là K^{-1} và phụ thuộc vào bản chất của chất làm thanh.

2. *Sự nở thể tích (hay sự nở khối)*

- Độ nở khối ΔV của vật rắn phụ thuộc nhiệt độ t theo quy luật:

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta t$$

$$\text{Hay } V = V_0(1 + \beta t) \text{ với } \beta = 3\alpha$$

trong đó β được gọi là hệ số nở thể tích hay hệ số nở khối, đơn vị là K^{-1}.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Sự nở dài

$$\Delta l = l - l_0 = \alpha l_0 \Delta t$$

$$\text{Hay: } l = l_0(1 + \alpha t)$$

Bài 1: ***Chiều dài mỗi thanh ray đường sắt ở 0^0C là 12,5 m. Tính khoảng cách cần thiết giữa hai đầu thanh ray nối tiếp nếu nhiệt độ có thể lên tới 60^0C. Hệ số nở dài của thép làm đường ray là $1,1.10^{-5}$ K^{-1}***

Giải

Khoảng hở của đầu thanh phải thỏa điều kiện:

$x \geq \Delta l$ (Δl: độ nở vì nhiệt tới 60^0C)

Ta có:

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1} = 1 + \alpha(t_2 - t_1)$$

$$\Rightarrow \Delta l = l_2 - l_1 = l_1\alpha(t_2 - t_1) = 12,5.1,2.10^{-6}.(50 - 0) = 7,5.10^{-3} m = 7,5 \text{ mm}$$

Vậy khoảng cách cần thiết tối thiểu là $x = \Delta l = 7,5$ mm.

Đáp số: x = Δl = 7,5 một

3. Sự nở khối

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta t$$

$$\text{Hay } V = V_0(1+\beta t) \text{ với } \beta = 3\alpha$$

Bài 2: ***Một quả cầu bằng thủy tinh có bán kính R = 40 cm ở nhiệt độ $t_1 = 25^0C$. Tính thể tích của quả cầu ở nhiệt độ $t_2 = 75^0C$. Biết hệ số nở dài của thủy tinh là $\alpha = 9{,}5.10^{-6}\ K^{-1}$. Lấy $\pi = 3{,}14$.***

Giải

Thể tích của quả cầu ở nhiệt độ $t_1 = 25^0C$ là:

$$V_1 = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}.3{,}14.(0{,}4)^3 = 0{,}26795\ m^3$$

$$V_1 = V_0(1+\beta t_1) \quad (1)$$

Với:

$$\beta = 3\alpha = 3\ .\ 9{,}5.10^{-6} = 2{,}85.10^{-5}\ K^{-1}$$

Thể tích của quả cầu ở nhiệt độ $t_2 = 75^0C$ là:

$$V_2 = V_0(1+\beta t_2) \quad (2)$$

Lấy (2) chia cho (1) ta được:

$$V_2 = V_1.\frac{1+\beta t_2}{1+\beta t_1} = 0{,}26795\ .\ \frac{1+2{,}85.10^{-5}.75}{1+2{,}85.10^{-5}.25} = 0{,}26833\ m^3$$

Đáp số: $V = 0{,}26833\ m^3$

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 21.1: Khối lượng riêng của thủy ngân ở 0^0C là $D_0 = 1{,}36.10^4\ kg/m^3$. Hệ số nở khối của thủy ngân là $1{,}82.10^{-4}\ K^{-1}$. Tính khối lượng riêng của thủy ngân ở 40^0C?

Bài 21.2: Một khung cửa sổ bằng nhôm có kích thước chính xác 1,2 x1,5 m ở nhiệt độ 25^0C. Diện tích của nó tăng lên bao nhiêu khi nhiệt độ là 50^0C. Biết hệ số nở dài của nhôm là $24{,}5.10^{-6}\ K^{-1}$.

Bài 21.3: Tìm độ biến thiên thể tích của một hình cầu nhôm bán kính 20 cm khi nó được nung nóng từ 0^0C đến 100^0C.

CHỦ ĐỀ XXII
HIỆN TƯỢNG CĂNG BỀ MẶT CỦA CHẤT LỎNG
HIỆN TƯỢNG MAO DẪN

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. Lực căng bề mặt của chất lỏng

Lực căng mặt ngoài đặt lên đường giới hạn của mặt ngoài và vuông góc với nó, có phương tiếp tuyến với mặt ngoài của khối lỏng và có chiều sao cho lực có tác dụng thu nhỏ diện tích mặt ngoài của khối lỏng.

Độ lớn lực căng mặt ngoài F tỉ lệ với độ dài l của đường giới hạn mặt ngoài của khối lỏng:

$$F = \sigma l$$

trong đó σ là hệ số căng mặt ngoài (hay suất căng mặt ngoài) có độ lớn phụ thuộc bản chất và nhiệt độ của chất lỏng. Đơn vị là N/m

2. Hiện tượng mao dẫn

Độ dâng lên (hoặc tụt xuống) của mức chất lỏng trong ống mao dẫn so với mặt thoáng bên ngoài ống được xác định theo công thức:

$$h = \frac{4\sigma}{\rho g d}$$

Với:

h: độ dâng lên hay tụt xuống.

σ: hệ số căng mặt ngoài.

ρ: khối lượng riêng của chất lỏng.

d: đường kính trong của ống mao dẫn.

g: gia tốc trọng trường.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Lực căng mặt ngoài $F = \sigma l$

Bài 1: ***Để xác định hệ số căng mặt ngoài của nước người ta dùng một ống nhỏ giọt mà đầu dưới của ống có đường kính trong 2 mm. Khối lượng của 40 giọt nước nhỏ xuống là 1,9 g. Hãy tính hệ số căng mặt ngoài của nước nếu coi trọng lượng của mỗi giọt nước rơi xuống vừa đúng bằng lực căng mặt ngoài đặt lên vòng tròn trong ở đầu dưới của ống nhỏ giọt.***

Giải

Chu vi đầu dưới của ống nhỏ giọt

$$l = \pi d = 3{,}14.2.10^{-3} = 6{,}28.10^{-3}\,m$$

Khối lượng của một giọt nước là:

$$m = \frac{1,9}{40} = 0,0475g$$

Trọng lượng của một giọt nước là:

$$P = m.g = 0,0475.10^{-3}.9,8 = 0,4655.10^{-3} N$$

Hệ số căng mặt ngoài của nước:

$$F = P = \sigma.l \Rightarrow \sigma = \frac{P}{l} = \frac{0,4655.10^{-3}}{6,28.10^{-3}} = 0,074 N/m$$

Vậy hệ số căng mặt ngoài của nước là: $\sigma = 74.10^{-3}$ N/m

Đáp số: ***$\sigma = 74.10^{-3}$ N/m***

2. Hiện tượng mao dẫn

$$h = \frac{4\sigma}{\rho g d}$$

Bài 2: ***Nhúng vào nước một ống thủy tinh có bán kính trong là 0,5 mm. Tính độ dâng của mức nước trong ống. Biết nước có trọng lượng riêng là 9800 N/m^3 và hệ số căng mặt ngoài là $72,5.10^{-3}$ N/m***

Giải

Độ dâng lên của mức nước trong ống được tính theo công thức:

$$h = \frac{4\sigma}{gdD} = \frac{2\sigma}{rD} = \frac{2.72,5.10^{-3}}{0,5.10^{-3}.9800} \approx 0,0296 \text{ m} = 2,96 \text{ cm}$$

Đáp số: h = 2,96 cm

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 22.1: Một vòng xuyến có đường kính ngoài là 5 cm và đường kính trong là 4,5 cm. Biết hệ số căng mặt ngoài của glyxêrin ở nhiệt độ 20^0C là $\sigma = 65,2.10^{-3}$ N/m. Tính lực bứt vòng xuyến này ra khỏi mặt thoáng của glyxêrin ở nhiệt độ này.

Bài 22.2: Một vòng dây có đường kính 12 cm được nhúng chìm nằm ngang trong một mẫu dầu. Khi kéo vòng dây khỏi dầu, người ta đo được lực phải tác dụng thêm do lực căng mặt ngoài là $13,8.10^{-3}$ N. Hãy tính hệ số căng mặt ngoài của dầu.

Bài 22.3: Một màng xà phòng được căng trên mặt khung dây hình chữ nhật treo thẳng đứng. Đoạn dây ab dài 10 cm và có thể trượt dễ dàng trên khung. Tính khối lượng của đoạn dây ab để nó cân bằng. Màng xà phòng có hệ số căng mặt ngoài là 0,04 N/m.

Bài 22.4: Một phong vũ biểu thủy ngân có đường kính trong là 2,5 mm và mực thủy ngân trong ống dâng cao 760 mm. Hỏi áp suất thực của khí quyển là bao nhiêu nếu tính đến hiện tượng thủy ngân không dính ướt ống thủy tinh?

Bài 22.5: Cắm thẳng đứng hai ống mao dẫn bằng thủy tinh vào chậu nước. Đường kính trong của hai ống này lần lượt bằng 0,30 mm và 0,90 mm. Thủy tinh bị dính ướt hoàn toàn. Tính độ chênh giữa các mức nước dâng lên trong hai ống. Nước có khối lượng riêng là 1000 kg/m^3 và hệ số căng mặt ngoài là $72,5.10^{-3}$ N/m.

CHỦ ĐỀ XXIII
SỰ CHUYỂN THỂ CỦA CÁC CHẤT

A. CÁC CÔNG THỨC CHÍNH

1. *Sự nóng chảy*

- Là sự chuyển thể của các chất từ trạng thái rắn sang trạng thái lỏng.
- Khi vật rắn kết tinh nóng chảy ở một nhiệt độ nóng chảy, nó thu nhiệt nóng chảy. Nhiệt nóng chảy tính cho một đơn vị khối lượng chất rắn nóng chảy được gọi là nhiệt nóng chảy riêng.

$$Q = \lambda.m$$

trong đó: m là khối lượng của chất rắn.

λ là nhiệt nóng chảy riêng của chất rắn và đo bằng J/kg.

2. *Sự đông đặc*

- Là quá trình ngược với quá trình nóng chảy.
- Làm nguội vật rắn kết tinh đã nóng chảy dưới áp suất ngoài xác định thì chất nóng chảy này sẽ đông đặc ở một nhiệt độ xác định gọi là nhiệt độ đông đặc (trùng với nhiệt độ nóng chảy) và tỏa ra nhiệt nóng chảy.

$$Q_{tỏa} = \lambda m$$

- Chất rắn vô định hình không có nhiệt độ nóng chảy và nhiệt nóng chảy.

3. *Sự hóa hơi*

- Sự hóa hơi gồm có sự bay hơi và sự sôi.
- Trong quá trình bay hơi, các phân tử chất lỏng ở gần mặt thoáng chuyển động ra khỏi khối chất lỏng qua mặt thoáng trở thành hơi.
- Sự sôi xảy ra ở nhiệt độ sôi, khi đó các phân tử chất lỏng từ mặt thoáng và cả từ trong lòng khối lỏng ra khỏi khối chất lỏng chuyển thành hơi.
- *Nhiệt hóa hơi riêng* là nhiệt lượng cần truyền cho một đơn vị khối lượng chất lỏng để nó chuyển thành hơi ở cùng nhiệt độ.

$$Q = Lm$$

trong đó: m là khối lượng của chất lỏng hóa hơi.

L là nhiệt hóa hơi riêng của chất lỏng và đo bằng J/kg.

4. Sự ngưng tụ

- Ngưng tụ là quá trình ngược lại với quá trình bay hơi. Trong suốt quá trình ngưng tụ hơi sẽ tỏa ra nhiệt hóa hơi.

$$Q_{tỏa} = Lm$$

5. Sự sôi

- Dưới áp suất ngoài xác định, chất lỏng sôi ở nhiệt độ mà tại đó áp suất hơi bão hòa của chất lỏng bằng áp suất ngoài tác dụng lên mặt thoáng khối lỏng.
- Trong quá trình sôi, nhiệt độ của khối lỏng không đổi.

6. Độ ẩm không khí

- *Độ ẩm tuyệt đối a* của không khí là đại lượng đo bằng khối lượng hơi nước (tính ra gam) chứa trong $1m^3$ không khí ở nhiệt độ cho trước.
- *Độ ẩm cực đại (A)* của không khí ở nhiệt độ đã cho là đại lượng có giá trị bằng khối lượng tính ra gam của hơi nước bão hòa chứa trong $1m^3$ không khí ở nhiệt độ đó.
- *Độ ẩm tỉ đối f* của không khí là đại lượng đo bằng tỉ số phần trăm giữa độ ẩm tuyệt đối a của không khí và độ ẩm cực đại A ở cùng nhiệt độ:

$$f = \frac{a}{A}.100\%$$

- Hoặc tính gần đúng bằng tỉ số phần trăm giữa áp suất riêng phần p của hơi nước và áp suất p_{bh} của hơi nước bão hòa trong không khí ở cùng nhiệt độ:

$$f = \frac{p}{p_{bh}}.100\%$$

- Không khí càng ẩm thì độ ẩm tỉ đối của nó càng cao.
- Nhiệt độ mà tại đó hơi nước trong không khí trở thành bão hòa gọi là điểm sương.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Sự nóng chảy – Sự đông đặc

$$Q = \lambda m$$

Bài 1: ***Một quả cầu bằng bạc có khối lượng m = 250 g ở nhiệt độ phòng 27^0C. Tính:***

a. Nhiệt lượng tối thiểu cần thiết để làm nóng chảy hoàn toàn quả cầu.

b. Nhiệt lượng tỏa ra khi khối bạc lỏng trên đông đặc lại và nguội tới nhiệt độ 500^0C.

Biết nhiệt độ nóng chảy của bạc là 960^0C; nhiệt nóng chảy riêng là $0,88.10^5$ J/kg, nhiệt dung riêng là 236 J/kgđộ.

Giải

a. Nhiệt lượng cần thiết để nung bạc đến nhiệt độ nóng chảy là:

$$Q_1 = mc(t_2 - t_1) = 0,25 . 236 . (960 - 27) = 55\ 047\ J$$

Nhiệt lượng cần thiết để làm nóng chảy bạc là:

$$Q_2 = \lambda m = 0,25 . 0,88.10^5 = 22\ 000\ J$$

Vậy nhiệt lượng Q cần thiết để làm nóng chảy hoàn toàn lượng bạc là:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 55\ 047 + 22\ 000 = 77\ 047\ J = 77,047\ kJ$$

b. Tương tự, nhiệt lượng tỏa ra khi khối bạc lỏng trên đông đặc lại và nguội tới nhiệt độ 500^0C là:

$$Q' = Q_2 + Q_3$$

Với:

$$Q_3 = mc(t_2 - t_3) = 0,25 . 236 . (960 - 500) = 27\ 140\ J$$

$$\Rightarrow Q' = 22\ 000 + 27\ 140 = 49\ 140\ J = 49,140\ kJ$$

Đáp số: a) Q = 77,047 kJ; b) Q' = 49,140 kJ

2. Sự bay hơi – Sự sôi – Sự ngưng tụ

$$Q = Lm$$

Bài 2: ***Lấy 0,01 kg hơi nước ở 100^0C cho ngưng tụ trong bình nhiệt lượng kế chứa 0,2 kg nước ở $9,5^0C$. Nhiệt độ cuối cùng đo được là 40^0C. Cho nhiệt dung riêng của nước là c = 4180 J/kgK. Hãy tính nhiệt hóa hơi của nước?***

Giải

Nhiệt lượng tỏa ra khi ngưng tụ hơi nước ở 100^0C thành nước ở 100^0C

$$Q_1 = L.m_1 = 0,01.L$$

Nhiệt lượng tỏa ra khi nước ở 100^oC trở thành nước ở 42^oC

$$Q_1' = mc(t'_1 - t_2) = 0,01.4180. (100 - 40) = 2508\ J$$

Nhiệt lượng tỏa ra khi hơi nước ở 100^oC biến thành nước ở 40^oC là:

$$Q = Q_1 + Q_1' = 0,01L + 2508 \qquad (1)$$

Nhiệt lượng cần cung cấp để 0,35 kg nước từ 10^oC trở thành nước ở 40^oC

$$Q_2 = mc(t_2-t_1) = 0,2.4180.(40 - 9,5) = 25498 \text{ J} \quad (2)$$

Áp dụng phương trình cân bằng nhiệt lượng: (1) = (2)

$$0,01.L + 2508 = 25498$$

Suy ra

$$L = 2,3.10^6 \text{ J/kg}$$

Đáp số: $L = 2,3.10^6$ J/kg

2. Độ ẩm của không khí

$$f = \frac{a}{A}.100\%$$

hay:

$$f = \frac{p}{p_{bh}}.100\%$$

Bài 3: ***Không khí ở 30^0C có độ ẩm tuyệt đối là 21,53 g/m^3. Hãy xác định độ ẩm cực đại và suy ra độ ẩm tỉ đối của không khí ở 30^0C.***

Giải

Ở 30^0C áp suất hơi nước bão hòa là $p_0 = 31,82$ mmHg, khối lượng riêng của nó là $D_0 = 30,29$ g/m^3.

Vậy ở 30^0C, độ ẩm cực đại của không khí là $A = 30,29$ g/m^3

Độ ẩm tuyệt đối của không khí: $a = 21,53$ g/m^3

Độ ẩm tỉ đối của không khí là:

$$f = \frac{a}{A} = \frac{21,53}{30,29} = 71\%$$

Đáp số: f = 71%

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 23.1: Thả một cục nước đá có khối lượng 100 g ở 0^0C vào cốc nước chứa 0,5 *l* nước ở 50^0C. Bỏ qua nhiệt dung của cốc và sự mất mát năng lượng ra không khí. Tính nhiệt độ cuối cùng của cốc nước?

Biết $c_{nước} = 4,2$ J/g.K; $\rho_{nước} = 1$ g/cm^3; $\lambda_{nước\ đá} = 334$ J/g.

Bài 23.2: Có một tảng băng đang trôi trên biển. Phần nhô lên của tảng băng ước tính là 250.10^3 m^3. Vậy thể tích phần chìm dưới nước biển là bao nhiêu? Cho biết thể tích riêng của băng là 1,11 lít/kg và khối lượng riêng của nước biển là 1,05 kg/lít.

Bài 23.3: Tính nhiệt lượng cần cung cấp cho miếng nhôm khối lượng 400 g ở nhiệt độ 30^0C để nó hóa lỏng ở nhiệt độ 658^0C. Nhôm có nhiệt dung riêng là 896 J/kgK, nhiệt nóng chảy riêng là $3,9.10^5$ J/kg.

Bài 23.4: Một ấm chứa 1,5 kg nước đá ở 0^0C. Tính:

a. Nhiệt lượng cần cung cấp để đun sôi nước.

b. Nhiệt lượng cần cung cấp làm bay hơi hoàn toàn nước đá.

Biết $c_{nước} = 4,2$ J/g.K; $\lambda_{nước\ đá} = 334$ J/g; $L = 2,3.10^6$ J/kg

Bài 23.5: Không gian trong xilanh ở bên dưới pittông có thể tích là $V_0 = 8$ lít chứa hơi nước bão hòa ở nhiệt độ $t = 100^0C$. Nén hơi đẳng nhiệt đến thể tích V = 6 lít. Tìm khối lượng nước ngưng tụ.

Bài 23.6: Dùng ẩm kế khô – ướt để đo độ ẩm tương đối của không khí. Nhiệt kế khô chỉ 30^0C, hiệu nhiệt độ giữa hai nhiệt kế là 5^0C. Tính độ ẩm tương đối của không khí.

Bài 23.7: Nhiệt độ của không khí là 30^0C. Độ ẩm tỉ đối là 64%. Hãy xác định độ ẩm tuyệt đối và điểm sương. Ghi chú: Tính các độ ẩm theo áp suất riêng phần.

Bài 23.8: Muốn tăng độ ẩm tỉ đối của không khí trong phòng có kích thước 4 m x 5 m x 6 m từ 60% lên đến 75% thì cần phải làm bay hơi một khối lượng nước là bao nhiêu? Biết rằng nhiệt độ phòng là 27^0C và giữ nguyên không thay đổi.

HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP ÁN PHẦN II
NHIỆT HỌC
CHƯƠNG V - CHẤT KHÍ

CHỦ ĐỀ XVII
THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ – CẤU TẠO CHẤT

Bài 17.1:

Số phân tử nước có trong 3 g nước là:

$$N = \nu N_A = \frac{m}{\mu}N_A = \frac{3}{18}.6,02.10^{23} \approx 10^{23} \text{ phân tử}$$

Đáp số: $N = 10^{23}$ phân tử

Bài 17.2:

Khối lượng 1mol NH_3 là:

$$\mu = 14 + 3.1 = 17 \text{ g}$$

Số mol NH_3 chứa trong 3,4 g khí NH_3:

$$n = \frac{m}{\mu} = \frac{3,4}{17} = 0,2 \text{ mol}$$

Số phân tử NH_3 chứa trong 3,4 g khí NH_3 :

$$N = \frac{m}{\mu}N_A = n.N_A = 0,2.6,02.10^{23} = 1,204.10^{23} \text{ phân tử}$$

Khối lượng một phân tử NH_3:

$$m_0 = \frac{\mu}{N_A} = \frac{17}{6,02.10^{23}} = 2,82.10^{-23} g$$

***Đáp số:** $n = 0,2$ mol; $N = 1,204.10^{23}$ nguyên tử; $m_0 = 2,82.10^{-23}$ g*

Bài 17.3:

a. Thể tích của căn phòng là:

$$V = 5 . 6 . 4 = 120 \text{ m}^3$$

Khối lượng không khí chứa trong phòng là:

$$m = \rho.V = 1,29 . 120 = 154,8 \text{ kg}$$

b. Khối lượng khí oxi chứa trong phòng là:

$$m_1 = 22\%.m = 0,22.m = 0,22 . 154,8 = 34,056 \text{ kg}$$

Khối lượng khí nitơ chứa trong phòng là:

$$m_2 = 78\%.m = 0,78.m = 0,78 . 154,8 = 120,744 \text{ kg}$$

Số phân tử khí ôxi chứa trong phòng là:

$$N_1 = \frac{m_1}{\mu_1}.N_A = \frac{34,056.10^3}{32}.6,02.10^{23} = 6,41.10^{26} \text{ phân tử}$$

Số phân tử khí nitơ:

$$N_2 = \frac{m_2}{\mu_2}.N_A = \frac{120,744.10^3}{28}.6,02.10^{23} = 2,59.10^{27} \text{ phân tử}$$

***Đáp số:** $N = 2,1.10^{26}$ phân tử*

CHỦ ĐỀ XVIII
CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA KHÍ LÍ TƯỞNG

Bài 18.1:

Đây là quá trình đẳng nhiệt. Áp dụng định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow V_2 = V_1\frac{P_1}{P_2} = 20.\frac{2.10^4}{5.10^4} = 8 \text{ lít}$$

***Đáp số:** $V_2 = 8$ lít*

Bài 18.2:

Xét khối khí trong bọt khí.

Ở đáy hồ:

- Thể tích: V_1
- Áp suất $p_1 = p_o + dh$

Ở mặt nước:

- Thể tích: V_2

Áp suất $p_2 = p_0 = 1$ at $= 1{,}013.10^5$ N/m^2
Trong đó:
$d = 10^4$ N/m^3 = trọng lượng riêng của nước; h = 20 m
Theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt.

$$p_1V_1 = p_2V_2$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1V_1}{p_2} = \frac{p_o + dh}{p_o} = \frac{1{,}013.10^5 + 10^4.20}{1{,}013.10^5}.1{,}49 = 2{,}97$$

Vậy thể tích của bọt khí là:

$$V_2 = 2{,}97.V_1 = 148{,}5 \text{ cm}^3$$

***Đáp số:** $V_2 = 148{,}5$ cm^3*

Bài 18.3:

a. Quá trình đẳng tích, ta có:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow p_2 = p_1\frac{T_2}{T_1} = 5.\frac{273}{273+273} = 2{,}5 \text{ atm}$$

b. Nhiệt độ của khí là:

$$T_2 = T_1\frac{p_2}{p_1} = 273 \times 4 = 1\,092 \text{ K}$$

***Đáp số:** $p_2 = 2{,}5$ atm; $T_2 = 1092$ K*

Bài 18.4:

Gọi áp suất, thể tích và nhiệt độ ở trạng thái ban đầu là: p_1, V_1, T_1
Gọi áp suất, thể tích và nhiệt độ ở trạng thái sau là: p_2, V_2, T_2
Ta có:

$$V_2 = 0{,}9V_1; \quad T_2 = T_1 + 16; \quad p_2 = 1{,}2p_1$$

Từ phương trình trạng thái khí lí tưởng ta có:

$$\frac{p_2V_2}{T_2} = \frac{p_1.V_1}{T_1} \quad (1)$$

Theo đề bài ta có:

$$\frac{p_2V_2}{T_2} = \frac{1{,}2p_1.0{,}9V_1}{T_1 + 16} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có:

$$1{,}08T_1 = T_1 + 16 \Rightarrow T_1 = 200 \text{ K}$$

***Đáp số:** 200 K*

Bài 18.5:

a. Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng ta có:

$$pV = \frac{m}{\mu}RT \Rightarrow m = \frac{p.V.\mu}{R.T}$$

Với $p = 1{,}03.10^7$ N/m^2 = 10^2 atm.

$$\Rightarrow m = \frac{1,03.10^7.20.10^{-3}.32}{8,31.(273+17)} = 2735\text{ g} = 2,735\text{ kg}$$

b. Phương trình trạng thái khối khí lí tưởng lúc ban đầu:

$$p_1V_1 = \frac{m_1}{\mu}RT_1 \qquad (1)$$

Phương trình trạng thái khối khí lí tưởng sau khi lấy đi một nửa lượng ôxi:

$$p_2V_2 = \frac{m_2}{\mu}RT_2 \qquad (2)$$

Ta có: $V_1 = V_2$ và $m_1 = 2m_2$ (3)

Lấy (1) chia cho (2) và chú ý đến (3) ta có :

$$\Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{2T_1}{T_2}$$

$$\Rightarrow p_2 = \frac{p_1T_2}{2T_1} = \frac{1,03.10^7.(13+273)}{2(17+273)} = 0,508.10^7 = 50,8.10^5\text{N/m}^2$$

***Đáp số:** a) m = 2,735 kg; b) $p_2 = 50,8.10^5$ N/m²*

Bài 18.6:

Gọi V_1 và V_2 là thể tích bình lớn và bình nhỏ.

p_{12} là áp suất khí trong hai bình lúc đầu.

m là khối lượng khí trong hai bình lúc đầu.

p'_{12} là áp suất khí trong hai bình lúc sau.

m_2 là khối lượng khí trong bình nhỏ lúc sau.

Phương trình trạng thái khí lí tưởng cho hai bình ở trạng thái đầu

$$p_{12}(V_1+V_2) = \frac{m}{\mu}RT$$

Với V_1 = 0,2lít; V_1= 0,1lít; p_{12}= 760 mmHg; T= 27+273= 300°K

Tacó: $$760(0,2+0,1) = \frac{m}{\mu}R.300 \qquad (1)$$

Phương trình trạng thái khí lí tưởng cho bình nhỏ ở trạng thái cuối.

$$p'_{12}.V_2 = \frac{m_2}{\mu}RT_2 \Rightarrow p'_{12}.0,1 = \frac{m_2}{\mu}R.273 \qquad (2)$$

Phương trình trạng thái khí lí tưởng cho bình lớn ở trạng thái cuối.

$$p'_{12}.V_1 = \frac{m-m_2}{\mu}RT_1 \Rightarrow p'_{12}.0,2 = \frac{m-m_2}{\mu}R.373 \qquad (3)$$

Từ (1) (2) và (3) ta có:

$$\frac{0,1.p'_{12}}{273} + \frac{0,2.p'_{12}}{373} = 760 \Rightarrow p'_{12} = 842\text{mmHg}$$

***Đáp số:** p'_{12} = 842 mmHg*

Bài 18.7:

a. Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng cho khí hiđrô:

$$pV = \frac{m}{\mu}RT$$

Thể tích V của bình:

$$V = \frac{m}{\mu p}R.T = \frac{4}{2.44,4.10^4}8,31.333 = 12,47.10^{-3}m^3 = 12,47 \text{ lít}$$

b. Xác định khối lượng phân tử của khí X

$$p_X V_X = \frac{m_X}{\mu_X}RT_X$$

Với $m_X = 7g$; $T_X = 300$ K; $V_X = V$; $p_X = 5.10^4$ N.m^2

$$\Rightarrow \mu_X = \frac{m_X}{p_X V}RT_X = \frac{7}{5.10^4.12,47.10^{-3}}8,31.300 = 28g$$

Vậy khí X là khí nitơ.

Đáp số: a) V = 12,47 lít; b) Khí nitơ

Bài 18.8:

Trạng thái trước khi nén: $V_1 = 15$ lít; p_1

Trạng thái sau khi nén: $V_2 = 12$ lít; $p_2 = p_1 + \Delta p = p_1 + 40$

Quá trình nén khí đẳng nhiệt:

Theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt

$$p_1V_1 = p_2V_2 \Rightarrow p_1 = \frac{p_2V_2}{V_1} = \frac{(p_1+40).12}{15} \Rightarrow 5p_1 = 4(p_1+40) \Rightarrow p_1 = 160 \text{ kPa}$$

Đáp số: p_1 = 160 kPa

Bài 18.9:

Đường biểu diễn có dạng hyperbol nên quá trình biến đổi trạng thái từ A đến B là quá trình đẳng nhiệt.

Theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt:

$$p \,.\, V = \text{hằng số}$$

Suy ra:

$$p_2 \,.\, V_2 = p_1 \,.\, V_1 = 6 \,.\, 2 = 12$$

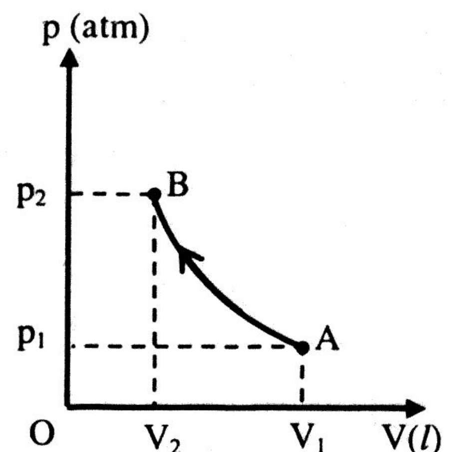
Điểm A có tọa độ: $V_1 = 6$ lít; $p_1 = 2$ atm

Mà: $p_2 = 3p_1 = 6$ atm

và:

$$V_2 = \frac{12}{p_2} = \frac{12}{6} = 2 \text{ lít}$$

$\Rightarrow$ Tọa độ của B(2,6)



Hình 18.3

Đáp số: B(2,6)

Bài 18.10:

Trạng thái khí lúc đầu: $T_1 = 273 + 27 = 300$ K; $p_1 = 250$ kPa

Trạng thái khí lúc sau: $p_2 = 250 + 50 = 300$ kPa; $t_2 = ?$

Quá trình biến đổi đẳng tích.

Theo định luật Sác – lơ :

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{p_2T_1}{P_1} = \frac{300.300}{250} = 360 \text{ K}$$

Nhiệt độ của bình lúc sau:

$$t_2 = T_2 - 273 = 360 - 273 = 87^0C$$

Đáp số: $t_2 = 87^0C$

Bài 18.11:

Trạng thái 1: p_1 ; T_1.

Trạng thái 2: $p_2 = 2p_1$?; $T_2 = T_1 + 313$ K

Vì thể tích khí không đổi nên

Theo định luật Sác – lơ:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{p_2T_1}{p_1} = \frac{2p_1T_1}{p_1} = 2T_1$$

$$T_2 = T_1 + 313 = 2T_1$$

Vậy $T_1 = 313$ K $\Rightarrow t_1 = T_1 - 273 = 313 - 273 = 40^0C$

Đáp số: $t_1 = 40^0C$

Bài 18.12:

Trạng thái 1: p_1; V_1; T_1

Trạng thái 2: $p_2 = 1{,}2p_1$; $V_2 = ?$; $T_2 = 2{,}4T_1$

Từ phương trình trạng thái của khí lí tưởng:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{p_1V_1T_2}{T_1p_2} = \frac{p_1V_1.2{,}4T_1}{T_1.1{,}2p_1} = 2V_1$$

Độ tăng giảm thể tích:

$$\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} = 1 = 100\% > 0 \Rightarrow \text{thể tích tăng } 100\%$$

Đáp số: $\frac{\Delta V}{V_1} = 100\%$

Bài 18.13:

Phương trình trạng thái của khí lí tưởng:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$$

Gọi m là khối lượng của khối khí.

$$D_1 = \frac{m}{V_1} \Rightarrow V_1 = \frac{m}{D_1}$$

$$D_2 = \frac{m}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{m}{D_2}$$

Do đó:

$$\frac{p_1 m}{T_1 D_1} = \frac{p_2 m}{T_2 D_2} \Rightarrow D_2 = \frac{p_2 T_1}{p_1 T_2} D_1$$

Trạng thái 1: $p_1 = 760$ mmHg; $T_1 = 273$K; $D_1 = 1,29$ kg/m^3.

Trạng thái 2: $p_2 = 760 - 250 = 510$ mmHg; $T_2 = 277$K; $D_2 = ?$

$$D_2 = \frac{p_2 T_1}{p_1 T_2} D_1 = \frac{510.273}{760.277} 1,29 = 0,85 \text{ kg/m}^3$$

Đáp số: $D_2 = 0,85$ kg/m^3

Bài 18.14:

$V = 1,8$ lít $= 1,8.10^{-3}$ m^3/mol, $p = 0,5$ atm $= 0,5.10^5$ Pa, $T = 300$ K

Phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow \mu = \frac{mRT}{pV}$$

Khối lượng mol của khí:

$$\Rightarrow \mu = \frac{1.8,31.300}{50.10^3.1,8.10^{-3}} = 28 \text{ g/mol}$$

Đáp số: khí N_2

Bài 18.15:

Trạng thái trước khi đun: V_1 ; $t_1 = ?$

Trạng thái sau khi đun: $V_2 = V_1 + 0,05V_1 = 1,05V_1$; $T_2 = T_1 + 20$.

Quá trình đun nóng đẳng áp, theo dịnh luật Gay luy-xac:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{1,05V_1}{T_1 + 20} \Rightarrow T_1 + 20 = 1,05T_1 \Rightarrow T_1 = 400K$$

Nhiệt độ khối khí lúc đầu: $t_1 = T_1 - 273 = 400 - 273 = 127^0C$

Đáp số: $t_1 = 127^0C$

Bài 18.16: Quá trình trên là đẳng tích vì đèn kín. Áp dụng định luật Sác-lơ:

$$\frac{P_{tắt}}{T_{tắt}} = \frac{P_{sáng}}{T_{sáng}} \Rightarrow T_{sáng} = T_{tắt} \frac{P_{sáng}}{P_{tắt}} = (273 + 27).2 = 600K$$

Vậy nhiệt độ của đèn khi cháy sáng:

$$600 - 273 = 327^oC$$

Bài 18.17: Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng ta có:

$$P_0V_0 = \frac{m}{M} RT_o \Rightarrow P_o = \frac{m}{V_0} \frac{R}{M} T_0 = D_o \frac{R}{M} T_o \quad (1)$$

Tương tự

$$\Rightarrow P = \frac{m}{V}\frac{R}{M}T = D\frac{R}{M}T \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra:

$$\Rightarrow \frac{P}{P_0} = \frac{D}{D_0}\frac{T}{T_0} \Rightarrow D = D_0\frac{P}{P_0}\frac{T_o}{T}$$

$$\Rightarrow D = D_o\frac{2}{1}.\frac{273}{300} = 1{,}82D_o = 1{,}82 \,.\, 1{,}3 = 2{,}366\ kg/m^3$$

Đáp số: D = 2,366 kg/m³

Bài 18.18:

a. Trạng thái 1: p_1, V_1, $T_1 = 303K$

Trạng thái 2: $p_2 = 2p_1$, V_2, $T_2 = T_1 = 303K$

Trạng thái 3: $p_3 = p_2 = 2p_1$, $V_3 = V_1$, $T_3 = ?$

Phương trình trạng thái:

$$\frac{p_3V_3}{T_3} = \frac{p_2V_2}{T_2} \Rightarrow T_3 = \frac{p_3V_3T_2}{p_2V_2}$$

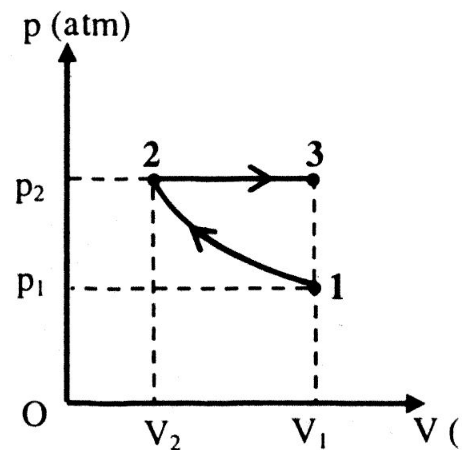
$$\Rightarrow T_3 = \frac{p_2V_1T_1}{p_2V_2} = \frac{V_1T_1}{V_2}$$

Mặt khác

$$\frac{p_2V_2}{T_2} = \frac{p_1V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{p_2T_1}{p_1T_2} = 2\frac{T_1}{T_2} = 2$$

Vậy nhiệt độ cuối cùng của khí:

$$\Rightarrow T_3 = \frac{V_1T_1}{V_2} = 2T_1 = 606K$$



Hình 18.4

b. Đồ thị của quá trình biến đổi được biểu diễn trên hình 18.4.

Đáp số: T_3 = 606 K

CHƯƠNG VI
CƠ SỞ CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

CHỦ ĐỀ XIX
HAI NGUYÊN LÍ CƠ BẢN CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

Bài 19.1:

Khối lượng nhiệt lượng kế: $m_1 = 1kg$

Khối lượng nước: $m_2 = 500\ g = 0{,}5\ kg$

Nhiệt lượng cần cung cấp cho nhiệt lượng kế tăng nhiệt độ từ 30^0C đến 80^0C là:

$$Q = m_1c_{th}\Delta t + m_2c_n\Delta t = 1.c_{th}(80 - 30) + 0,5.4190(80 - 30)$$

Theo đề bài ta có:

$$c_{th}(80 - 30) + 0,5.4190.(80 - 30) = 128.000 \Rightarrow c_{th} = 465 J/kgK$$

Đáp số: c_{th} = 465 J/kgK

Bài 19.2:

Quá trình trên là quá trình đẳng áp, do pittông dịch chuyển tự do. Nên trọng lượng của pittông luôn cân bằng với lực tạo ra bởi áp suất khối khí trong xilanh lên pittông. Công do khí thực hiện là:

$$A = p\Delta V = p(V_2 - V_1) = pV_2 - pV_1$$

$$\Rightarrow A = \frac{m}{\mu}RT_2 - \frac{m}{\mu}RT_1 = \frac{m}{\mu}R\Delta T = \frac{160}{32}8,31.100 = 4\,155\ J$$

Đáp số: A = 4 155 J

Bài 19.3:

Do khí nhận công (A > 0), tỏa nhiệt (Q < 0) nên:

Theo nguyên lí I:

$$\Delta U = Q + A$$

Suy ra

$$Q = \Delta U - A = 300 - 500 = -200\ J$$

Đáp số: Q = - 200 J

Bài 19.4:

Theo nguyên lí thứ nhất nhiệt động lực học ta có:

$$Q = A + \Delta U$$

Khí nhận nhiệt lượng Q = 15J

Khi pittông dịch chuyển một đoạn l = 10 cm, khí thực hiện một công:

$$A = F.l = 20\ .\ 0,1 = 2\ N$$

Từ (1) ta có :

$$\Delta U = Q - A = 15 - 2 = 13\ J$$

Đáp số: ΔU = 13 J

Bài 19.5:

Khối lượng cốc nhôm: m_1 = 250 g = 0,25 kg

Khối lượng nước trong cốc: m_2 = 400 g = 0,4 kg

Khối lượng của thìa đồng: m = 100 g = 0,1 kg

Gọi nhiệt độ cuối cùng của nước trong cốc khi có sự cân bằng nhiệt là t.

Nhiệt lượng do chiếc thìa đồng tỏa ra là:

$$Q_1 = mc_{đồng}\Delta t = 0,1\ .\ 380\ .\ (100 - t) = 38.(100 - t)$$

Nhiệt lượng do cốc nhôm và nước ở nhiệt độ 25^0C hấp thu để tăng đến nhiệt độ t là:

$$Q_2 = m_1.c_{nhôm}.(t - 25) + m_2.c_{nước}.(t - 25) = (0,25\ .\ 880 + 0,4\ .\ 4190)\ .(t - 25)$$

$$Q_2 = 1896.(t - 25)$$

Khi có sự cân bằng nhiệt:

$$Q_1 = Q_2$$

$$38.(100 - t) = 1896.(t - 20)$$

$$1934.t = 41720 \Rightarrow t = 21,57^0C$$

Đáp số: t = 21,57⁰C

Bài 19.6:

a. Ta có công khí thực hiện được tính bởi công thức

$$A = p\Delta V = p(V_2 - V_1) = p\Delta V = \frac{m}{\mu}R\Delta T$$

$$A = \frac{2200}{44}8,31.200 = 83100J = 83,1\,kJ$$

b. Độ biến thiên nội năng của khối khí

$$\Delta U = \frac{i}{2}\frac{m}{\mu}R\Delta T = \frac{6}{2}.\frac{2200}{44}8,31.200 = 249300\,J = 249,3\,kJ$$

c. Nhiệt lượng truyền cho khối khí

$$Q = \Delta U + A = 332,4\,kJ$$

Đáp số: a) A = 83,1 kJ; b) ΔU = 249,3 kJ; c) Q = 332,4 kJ

Bài 19.7:

Gọi n_1, n_2 là số mol khí trong bình (1) và (2) khi chưa mở khóa, ta có:

$$p_1V_1 = n_1RT_1;\quad U_1 = \frac{i}{2}n_1RT_1$$

$$p_2V_2 = n_2RT_2;\quad U_2 = \frac{i}{2}n_2RT_2 \qquad (1)$$

Khi mở khóa nhiệt độ của hệ bình (1) và (2) là T, số mol là $n = n_1 + n_2$. Do đó trạng thái của hệ và nội năng của hệ:

$$p(V_1 + V_2) = (n_1 + n_2)RT$$

$$U = \frac{i}{2}nRT = \frac{i}{2}(n_1 + n_2)RT$$

Vì hệ cô lập, ta có: $U = U_1 + U_2$

$$\Rightarrow n_2R(T_2 - T) = n_1R(T - T_1) \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có: $T_1(T_2 - T) = 4T_2(T - T_1)$

$$\Rightarrow T = \frac{5T_1T_2}{4T_2 + T_1} = 326K$$

$$\Rightarrow p(2V_2 + V_2) = (n_1 + n_2)RT \Rightarrow p = \frac{T}{3}\left(\frac{n_1R}{V_2} + \frac{n_2R}{V_2}\right)$$

Từ (1) ta có: $p = \frac{p_1T}{3}\left(\frac{2}{T_1} + \frac{1}{2T_2}\right) = 0,83.10^5 N/m^2$

Đáp số: T = 326K; p = 0,83.10⁵N/m²

Bài 19.8:

Quá trình trên là quá trình đẳng áp, ta có :

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0}$$

$$\Rightarrow V = V_0 \frac{T}{T_0} = 1,12.10^{-3} \frac{293}{273} = 1,2.10^{-3} m^{-3}$$

Chất khí trong xilanh bị tác dụng lực bằng tổng lực áp của khí quyển và trọng lực của píttông. Gọi p là áp suất của khối khí trong xilanh:

$$p = \frac{p_1}{S} + p_0 = \frac{20}{2.10^{-3}} + 10^5 = 1,1.10^5 N/m^2$$

Công A do khí thực hiện để nâng pit-tông dược cho bởi:

$$A = p.\Delta V = p(V - V_o) = 1,1.10^5(1,20 - 1,12).10^{-3} = 8,8 \text{ J}$$

Ta có:

$$\Delta U = c_V(T - T_o) = 5(293-273) = 100 \text{ J}$$

Nhiệt lượng cần phải cung cấp:

$$Q = \Delta U + A = 100 + 8,8 = 108,8 \text{ J}$$

Đáp số: Q = 108,8 J

Bài 19.9:

Hiệu suất cực đại của động cơ:

$$H = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{303}{833} \approx 0,64 = 64\%$$

Với hiệu suất cực đại, công cực đại động cơ sinh ra là:

$$A = H.Q_1 = 0.64 . 5.10^7 = 3,2.10^7 \text{ J}$$

Đáp số: A = $3,2.10^7$ J

Bài 19.10:

Công mà máy lạnh tiêu thụ trong mỗi giờ là:

$$A = P.t = 1,5.10^3 . 3600 = 5,4.10^6 \text{ J}$$

Hiệu năng của máy lạnh:

$$\varepsilon = \frac{Q_2}{A}$$

Nhiệt lượng lấy đi từ không khí trong phòng trong mỗi giờ là:

$$Q_2 = A.\varepsilon = 5,4.10^6 . 4 = 2,16.10^7 \text{ J}$$

Đáp số: $Q_2 = 21,6.10^7$ J

Bài 19.11:

Hiệu suất cực đại:

$$H = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{340}{510} = \frac{1}{3}$$

Hiệu suất thực của máy hơi nước:

$$\eta = 0,6H = 0,6.\frac{1}{3} = 0,2 = 20\%$$

Nhiệt lượng cung cấp cho máy trong một giờ:

$$Q_1 = 800 . 31.10^6 = 2,48.10^{10} \text{ J}$$

Công sinh ra trong một giờ:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} \Rightarrow A = \eta.Q_1 = 0,2 . 2,48.10^{10} = 4,96.10^9 \text{ J}$$

Công suất của máy hơi nước:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{4,96.10^9}{3600} = 1,38.10^6 \text{ W}$$

Đáp số: $P = 1,38.10^6$ W

Bài 19.12:

Hiệu suất của động cơ nhiệt:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{7500}{1250} = 0,6 = 60\%$$

Nhiệt độ của nguồn lạnh:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Vậy:

$$T_2 \leq T_1(1 - \eta) = 773(1 - 0,6) = 309,2 \text{ K}$$

Nhiệt độ cao nhất của nguồn lạnh:

$$t_2 = T_2 - 273 = 309,2 - 273 = 36,2^0\text{C}$$

Đáp số: $T_2 = 36,2^0C$

CHƯƠNG VII
CHẤT RẮN VÀ CHẤT LỎNG – SỰ CHUYỂN THỂ

CHỦ ĐỀ XX – BIẾN DẠNG CƠ CỦA VẬT RẮN

Bài 20.1:

Tiết diện ngang của dây:

$$S = \pi r^2 = 3,14.(0,6.10^{-3})^2 \approx 1,1304.10^{-6} \text{ m}^2$$

Suất Y-âng của kim loại:

$$F = E\frac{S}{l_0}\Delta l \Rightarrow E = \frac{Fl_0}{S\Delta l}$$

Với $F = P = mg = 3 .10 = 30$ N

$$\Rightarrow E = \frac{30.2,4}{1,1304.10^{-6}.0,7.10^{-3}} = 9,1.10^{10}\,Pa$$

Đáp số: E = 9,1.10^10 Pa

Bài 20.2:

Tiết diện ngang của thanh trụ:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = 3,14.(5.10^{-2})^2 \approx 7,85.10^{-3}m^2$$

Độ biến dạng tỉ đối của thanh:

$$\frac{F}{S} = E\frac{\Delta l}{l_0} \Rightarrow \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{F}{S.E} = \frac{2500}{7,85.10^{-3}.8.10^{10}} = 3,98.10^{-6} = 3,98.\ 10^{-4}\ \%$$

Đáp số: $\left(\frac{\Delta l}{l_0}\right) = 3,98.10^{-4}\%$

Bài 20.3:

Lực kéo tác dụng lên thanh:

$$F_{dh} = E\frac{S}{l_0}\Delta l = E.S\frac{\Delta l}{l_0}$$

$$\Rightarrow S = \frac{F_{dh}.l_0}{E.\Delta l} = \frac{4.10^4.3}{2.10^{11}.2.10^{-3}} = 3.10^{-4}\ m = 3\ cm$$

Đáp số: $S = 3\ cm^2$

CHUYÊN ĐỀ XXI
SỰ NỞ VÌ NHIỆT CỦA VẬT RẮN

Bài 21.1:

Thể tích thủy ngân ở 40^0C là:

$$V = V_0(1+\beta t)$$

Ta có:

$$D_0 = \frac{m}{V_0} \Rightarrow V_0 = \frac{m}{D_0}$$

$$D = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{D}$$

Suy ra

$$\frac{m}{D} = \frac{m}{D_0}(1+\beta t) \Rightarrow D = \frac{D_0}{1+\beta t} = \frac{1,36.10^4}{1+1,82.10^{-4}.40} \approx 1,35.10^4\,kg/m^3$$

Đáp số: $D = 1,35.10^4\ kg/m^3$

Bài 21.2:

Ta có diện tích: S = a.b

Với

$$a = a_0(1 + \alpha\Delta t)$$
$$b = b_0(1 + \alpha\Delta t)$$

Vậy $S = a_0b_0(1 + \alpha\Delta t)^2 \approx S_0(1 + 2\alpha\Delta t)$

Suy ra

$$S = 1,2.1,5.\left[1 + 2.24,5.10^{-6}.(50 - 25)\right] \approx 1,802205\,m^2$$

Phần diện tích tăng lên là:

$$\Delta S = S - S_0 = 1,802205 - 1,2.1,8 = 0,002205\ m^2 = 2205\,cm^2$$

Đáp số: $\Delta S = 2205\ cm^2$

Bài 21.3:

Thể tích hình cầu:

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

Với

$$r = r_0(1 + \alpha\Delta t)$$

Suy ra

$$V = \frac{4}{3}\pi r_0^3(1 + \alpha\Delta t)^3 \approx V_0(1 + 3\alpha\Delta t)$$

Độ biến thiên thể tích:

$$\Delta V = V - V_0 = V_0(1 + 3\alpha\Delta t) - V_0 = 3V_0\alpha\Delta t = 4\pi r_0^3\alpha\Delta t$$

Vậy

$$\Delta V = 4.3,14.0,2^3.24,5.10^{-6}.100 \approx 2,46.10^{-4}\,m^3 = 246\ cm^3$$

Độ tăng thể tích của khối cầu là 246 cm^3.

Đáp số: $\Delta V = 246\ cm^3$

CHỦ ĐỀ XXII
HIỆN TƯỢNG CĂNG BỀ MẶT CỦA CHẤT LỎNG
HIỆN TƯỢNG MAO DẪN

Bài 22.1:

Chu vi vòng trong: $l_1 = \pi d_1$

Chu vi vòng ngoài: $l_2 = \pi d_2$

Lực căng mặt ngoài của glyxêrin: $F = F_1 + F_2$

Do vậy:

$$F = \sigma\pi d_1 + \sigma\pi d_2 = \sigma\pi(d_1 + d_2)$$
$$\Rightarrow F = 65,2.10^{-3}.3,14\ .\ (5 + 4,5)\ .\ 10^{-2} = 19,4.10^{-3}\ N$$

Đáp số: $F = 19.4.10^{-3}\ N$

Bài 22.2:

Chu vi của vòng dây là:

$$l = \pi d = 3{,}14.12.10^{-2} = 0{,}377\ m$$

Hệ số căng mặt ngoài của dầu:

$$F = 2\sigma.l \Rightarrow \sigma = \frac{F}{2l} = \frac{13{,}8.10^{-3}}{2.0{,}377} = 0{,}0183\ N/m$$

Vậy hệ số căng mặt ngoài của dầu là: $\sigma = 18{,}3.10^{-3}$ N/m.

Đáp số: $\sigma = 18{,}3.10^{-3}$ N/m

Bài 22.3:

Trọng lượng P của dây ab phải bằng với lực căng mặt ngoài do màng xà phòng tác dụng lên dây.

$$F = \sigma.l = 0{,}04.0{,}1 = 4.10^{-3}\ N$$

Khối lượng của đoạn dây:

$$P = mg \Rightarrow m = \frac{P}{g} = \frac{F}{g} = \frac{4.10^{-3}}{10} = 0{,}4.10^{-3}\ kg$$

Vậy đoạn dây ab có khối lượng 0,4 g

Đáp số: m = 0,4 g

Bài 22.4:

Áp suất thực của khí quyển nếu tính đến hiện tượng thủy ngân không dính ướt ống thủy tinh là:

$$p = p_o + h$$

Trong đó:

$$h = \frac{4\sigma}{\rho g d}$$

p_o = 760 mmHg; $\sigma = 470.10^{-3}$ N/m = hệ số căng mặt ngoài của thủy ngân

ρ = 13,6 g/cm^3 = $13{,}6.10^3$ kg/m^3 = khối lượng riêng của thủy ngân

g = 9,8 m/s^2; d = 2,5 mm = $2{,}5.10^{-3}$ m

$$\Rightarrow h = \frac{4.470.10^{-3}}{13{,}6.10^3.9{,}8.2{,}5.10^{-3}} = 5{,}64.10^{-3}\ m = 5{,}64\ mm$$

$$\Rightarrow p = 760 + 5{,}64 = 765{,}64\ mmHg$$

Đáp số: p = 765,64 mmHg

Bài 22.5:

Độ dâng của nước trong ống thứ nhất:

$$h_1 = \frac{4\sigma}{Dgd_1} = \frac{4.72{,}5.10^{-3}}{1000.10.0{,}3.10^{-3}} = 0{,}0967\ m$$

Độ dâng của nước trong ống thứ hai:

$$h_2 = \frac{4\sigma}{Dgd_2} = \frac{4.72{,}5.10^{-3}}{1000.10.0{,}9.10^{-3}} = 0{,}0322\ m$$

Độ chênh giữa các mức nước dâng lên trong hai ống:

$$\Delta h = h_1 - h_2 = 0{,}0645\ m = 6{,}45\ cm$$

Đáp số: $\Delta h = 6{,}45\ cm$

CHỦ ĐỀ XXIII
SỰ CHUYỂN THỂ CỦA CÁC CHẤT

Bài 23.1:

$$m_1 = 100\ g\ ;\ m_2 = V\rho = 0{,}5\ .10^3 = 500\ g$$

Gọi Q_1 là nhiệt lượng do nước đá thu vào khi tăng từ nhiệt độ $t_1 = 0^0C$ đến nhiệt độ cuối t_x:

$$Q_1 = m_1c(\ t_x - t_1)$$

Gọi Q_1' là nhiệt lượng do nước đá thu vào để tan ra thành nước:

$$Q_1' = \lambda.m_1$$

Gọi Q_2 là nhiệt lượng do nước tỏa ra khi hạ từ nhiệt độ $t_2 = 50^0C$ đến nhiệt độ cuối t_x:

$$Q_2 = m_2c(\ t_2 - t_x)$$

Mặt khác:

$$Q_1 + Q_1' = Q_2$$

$$\Rightarrow m_1c(\ t_x - t_1) + \lambda.m_1 = m_2c(\ t_2 - t_x)$$

$$100.\ 4{,}2\ .t_x + 100\ .\ 334 = 500\ .\ 4{,}2.\ (50 - t_x)$$

$$\Rightarrow t_x = 28{,}4^0C$$

Đáp số: $t_x = 28{,}4\ ^0C$

Bài 23.2:

Gọi V_0 là thể tích của tảng băng

$V_1 = 250.10^3\ m^3$ = thể tích của phần tảng băng nhô lên khỏi mặt nước

V_2 = là thể tích của phần tảng băng chìm dưới nước (cũng chính là phần thể tích nước bị chiếm chỗ). Ta có:

$$V_o = V_1 + V_2$$

Gọi $v_{băng} = 1{,}11$ lít/kg $= 1{,}11.10^{-3}\ m^3/kg$ = thể tích riêng của băng

$D_{băng}$ và $D_{nước\ biển}$ lần lượt là khối lượng riêng của tảng băng và của nước biển.

$d_{băng}$ và $d_{nước\ biển}$ lần lượt là trọng lượng riêng của tảng băng và của nước biển. Ta có:

$$D_{băng} = \frac{1}{v_{băng}} = \frac{1}{1{,}11.10^{-3}} = 900{,}9\ kg/m^3$$

$$d_{băng} = 10D_{băng} = 9009\ N/m^3$$

$$D_{nước\ biển} = 1,05\ kg/lít = 1,05.10^3\ kg/m^3$$

$$d_{nước\ biển} = 10D_{nước\ biển} = 1,05.10^4\ kg/m^3$$

Khi tảng băng nổi trên mặt nước, lực đẩy Ácsimét bằng trọng lượng của tảng băng:

$$d_{băng} . V_0 = d_{nước\ biển} . V_2$$

Suy ra:

$$\frac{V_2}{V_0} = \frac{d_{băng}}{d_{nướcbiển}} = \frac{9009}{1,05.10^4} = 0,858$$

$$\Rightarrow V_2 = 0,858V_o$$

$$V_1 = (1 - 0,858)V_o = 0,142V_o$$

$$\Rightarrow V_o = \frac{V_1}{0,142}$$

Vậy thể tích phần băng chìm dưới nước biển là:

$$V_2 = 0,858. \frac{V_1}{0,142} = 0,858. \frac{250.10^3}{0,142} = 1,51.10^6\ m^3$$

Đáp số: ***$V_2 = 1,51.10^6\ m^3$***

Bài 23.3:

Nhiệt nóng chảy cần thiết để nhôm chuyển từ thể rắn sang thể lỏng là:

$$Q_1 = \lambda m = 3,9.10^5.0,4 = 1,56.10^5\ J$$

Nhiệt lượng cần thiết để nhôm ở thể lỏng tăng nhiệt độ từ 30^0C đến 658^0C là:

$$Q_2 = mc\Delta t = 0,4.896.(658 - 30) = 225075,2\ J \approx 2,25.10^5\ J$$

Nhiệt lượng cần thiết tổng cộng là:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 3,81.10^5\ J$$

Đáp số: ***$Q = 9,6.10^5\ J$***

Bài 23.4:

a. Nhiệt lượng cần thiết để đun sôi nước:

$$Q = Q_1 + Q_2 = m\lambda + mc(t_2 - t_1)$$

$$\Rightarrow Q = 1,5 . 224 + 1,5 . 4180.(100 - 0) = 627\ 336\ J \approx 6,27.10^5\ J$$

b. Nhiệt lượng cung cấp để làm bay hơi hoàn toàn nước đá:

$$Q' = Q + Q_3 = Q + Lm = 6,27.\ 10^5 + 2,3.10^6.1,5 = 4,08.10^6\ J$$

Đáp số: a) ***$Q = 6,27.10^5\ J$; $Q' = 4,08.10^6\ J$***

Bài 23.5:

$$V_o = 8\ lít = 8.10^{-3}\ m^3;\ t = 100^oC \Rightarrow T = 273 + t = 373K$$

$V = 6\ lít = 6.10^{-3}\ m^3$; $\mu = 18\ g$ = khối lượng của 1 mol nước.

$P_o = 760$ mm Hg = $1{,}013.10^5$ N/m^2 = áp suất hơi bão hòa ở nhiệt độ t = 100°C.

Gọi m_o là khối lượng nước trong thể tích V_o = 8 lít nước bão hòa ở nhiệt độ t = 100°C.

m là khối lượng nước trong thể tích V = 6 lít nước bão hòa ở nhiệt độ t = 100°C.

Áp dụng phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép cho hơi bão hòa:

$$p_oV_o = \frac{m_o}{\mu}RT \qquad (1)$$

$$\Rightarrow m_o = \frac{\mu p_o V_o}{RT} = \frac{18.1{,}013.10^5.8.10^{-3}}{8{,}31.373} = 4{,}71 \text{ g}$$

$$pV = \frac{m}{\mu}RT \qquad (2)$$

Lấy (2) chia cho (1), ta có:

$$\frac{m}{m_o} = \frac{V}{V_o}$$

$$\Rightarrow m = \frac{V}{V_o}.m_o = \frac{6}{8}.4{,}71 = 3{,}53 \text{ g}$$

Vậy khối lượng nước ngưng tụ là:

$$m' = m_o - m = 4{,}71 - 3{,}53 = 1{,}18 \text{ g}$$

Đáp số: m' = 1,18 g

Bài 23.6:

Nhiệt độ của nhiệt kế ướt là:

$$30 - 5 = 25^0C$$

Tra bảng 6 trang 278 SGK ta thu được độ ẩm tương đối của không khí là:

$$f = 65\ \%$$

Đáp số: f = 65%

Bài 23.7:

Dựa vào bảng tra cứu áp suất hơi bão hòa của nước ở các nhiệt độ khác nhau ta có:

Độ ẩm cực đại của không khí ở 30^{0}C là:

$$A = 31{,}8 \text{ mmHg}$$

Độ ẩm tỉ đối:

$$f = \frac{a}{A} = 64\% = 0{,}64$$

Độ ẩm tuyệt đối của không khí ở 30^{0}C:

$$a = A.f = 31{,}8.0{,}64 = 20{,}35 \text{ mmHg}$$

So sánh trong bảng tra cứu áp suất hơi bão hòa của nước theo nhiệt độ ta thấy trong khoảng nhiệt độ từ 20^{0}C đến 25^{0}C thì áp suất hơi bão hòa trung bình là:

$$p_b = \frac{23,8 + 31,8}{2} \approx 20,65 \text{ mmHg}$$

Vậy ứng với độ ẩm tuyệt đối a = 20,35 mmHg thì điểm sương (tức là nhiệt độ để áp suất hơi bão hòa P_b = 20,35 mmHg) là:

$$t_S = \frac{20,65}{20,35} \cdot \frac{20 + 25}{2} \approx 22,8^0C$$

Đáp số: a = 20,35 mmHg; $t_S \approx 22,8^0C$

Bài 23.8:

Thể tích của căn phòng:

$$V = 4 \cdot 5 \cdot 6 = 120 \text{ m}^3$$

Khi độ ẩm tỉ đối là f_1 = 60%:

Độ ẩm cực đại của không khí trong phòng ở nhiệt độ 27^{0}C là:

$$A = D_{bh} = 25,81 \text{ g/m}^3.$$

Độ ẩm tuyệt đối của không khí trong phòng là:

$$f_1 = \frac{a_1}{A} \Rightarrow a_1 = f_1.A = 0,6 \cdot 25,81 = 15,49 \text{ g/m}^3$$

Khối lượng hơi nước trong phòng là:

$$m_1 = a_1.V = 15,49 \cdot 120 = 1858,8 \text{ g}$$

Khi độ ẩm tỉ đối là f_2 = 75%:

Độ ẩm cực đại của không khí trong phòng ở nhiệt độ 27^{0}C là:

$$A = D_{bh} = 25,81 \text{ g/m}^3.$$

Độ ẩm tuyệt đối của không khí trong phòng là:

$$f_2 = \frac{a_2}{A} \Rightarrow a_2 = f_2.A = 0,75 \cdot 25,81 = 19,36 \text{ g/m}^3$$

Khối lượng hơi nước trong phòng là:

$$m_2 = a_2.V = 19,36 \cdot 120 = 2323,2 \text{ g}$$

Khối lượng nước cần thiết phải bay hơi là:

$$m = m_2 - m_1 = 2323,2 - 1858,8 = 464,4 \text{ g}$$

Đáp số: m = 464,4 g

MỤC LỤC

PHẦN II – NHIỆT HỌC

PHƯƠNG PHÁP GIẢI BÀI TẬP

VẬT LÍ 10

Vũ Thị Phát Minh – Châu Văn Tạo
Nguyễn Hoàng Hưng – Hoàng Thị Thu

NHÀ XUẤT BẢN
ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP HỒ CHÍ MINH
KP 6, P. Linh Trung, Q. Thủ Đức, TPHCM
ĐT: 724 2181 + 1421, 1422, 1423, 1425, 1426
Fax: 724 2194; **Email**: vnuhp@vnuhcm.edu.vn

☆☆☆

Chịu trách nhiệm xuất bản

PGS TS NGUYỄN QUANG ĐIỂN

Biên tập

VIỆT HỒNG

Sửa bản in

TRẦN VĂN THẮNG

Trình bày bìa

Đơn vị liên kết

Cty ĐỨC TRÍ

TK .01. VL(V) / ĐHQG.HCM-06 279-2006/ĐHQGTPHCM VL.TK.354 – 06(T)

In 2.000 cuốn, khổ 16 x 24 cm. Số đăng ký KHXB: 279-2006/CXB/155 -28/ĐHQG TPHCM. Quyết định xuất bản số: 421/QĐ-ĐHQGTPHCM ngày 01/08/2006 của Nhà xuất bản ĐHQG TPHCM. In tại Trung tâm Mỹ thuật Ứng dụng, nộp lưu chiểu tháng 08 năm 2006.